HISTOIRE NATURELLE.

MATIÈRES GÉNÉRALES.

TOME DOUZIÈME.

HISTOIRE NATURELLE

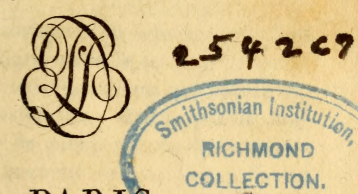
PAR BUFFON,

DÉDIÉE AU CITOYEN LACEPEDE,

MEMBRE DE L'INSTITUT NATIONAL.

MATIERES GÉNÉRALES.

TOME DOUZIEME.



A PARIS,

A LA LIBRAIRIE STÉRÉOTYPE

DE P. DIDOT L'AÎNÉ, GALERIES DU LOUVRE, Nº 3,

ET FIRMIN DIDOT, RUE DE THIONVILLE Nº 116.

AN VII. — 1799.

HISTOIRE NATURELLE DES MINÉRAUX.

DU FER.

On trouve rarement les métaux sous leur forme métallique dans le sein de la terre; ils y sont ordinairement sous une forme minéralisée, c'est-à-dire, altérée par le mélange intime de plusieurs matières étrangères, et la quantité des métaux purs est très-petite en comparaison de celle des métaux minéralisés; car, à l'exception de l'or, qui se trouve presque toujours dans l'état de métal, tous les autres métaux se présentent

le plus souvent dans l'état de minéralisation. Le feu primitif, en liquéfiant et vitrifiant toute la masse des matières terrestres du globe, a sublimé en même temps les substances métalliques, et leur a laissé d'abord leur forme propre et particulière : quelques unes de ces substances métalliques ont conservé cette forme native ; mais la plupart l'ont perdue par leur union avec des matières étrangères et par l'action des élémens humides. Nous verrons que la production des métaux purs et celle des métaux mélangés de matière vitreuse par le feu primitif, sont contemporaines, et qu'au contraire les métaux minéralisés par les acides et travaillés par l'eau sont d'une formation postérieure.

Tous les métaux sont susceptibles d'être sublimés par l'action du feu ; l'or, qui est le plus fixe de tous, ne laisse pas de se sublimer par la chaleur *, et il en est de même de tous les autres métaux et minéraux métalliques : ainsi, lorsque le feu primitif eut réduit en verre les matières fixes de la masse terrestre,

* Voyez les preuves, tome IX des *Matières générales*, page 112, dans la note.

les substances métalliques se sublimèrent et furent par conséquent exclues de la vitrification générale; la violence du feu les tenoit élevées au-dessus de la surface du globe; elles ne tombèrent que quand cette chaleur extrême, commençant à diminuer, leur permit de rester dans un état de fusion sans être sublimées de nouveau. Les métaux qui, comme le fer et le cuivre, exigent le plus de feu pour se fondre, dûrent se placer les premiers sur la roche du globe encore tout ardente. L'argent et l'or, dont la fusion ne suppose qu'un moindre degré de feu, s'établirent ensuite et coulèrent dans les fentes perpendiculaires de cette roche déja consolidée; ils remplirent les interstices que le quartz décrépité leur offroit de toutes parts, et c'est par cette raison qu'on trouve l'or et l'argent vierge en petits filets dans la roche quartzeuse. Le plomb et l'étain, auxquels il ne faut qu'une bien moindre chaleur pour se liquéfier, coulèrent long-temps après ou se convertirent en chaux, et se placèrent de même dans les fentes perpendiculaires. Enfin tous ces métaux, souvent mêlés et réunis ensemble, y formèrent les filons primitifs

des mines primordiales, qui toutes sont mélangées de plusieurs minéraux métalliques. Et le mercure, qu'une médiocre chaleur volatilise, ne put s'établir que peu de temps avant la chûte des eaux et des autres matières également volatiles.

Quoique ces dépôts des différens métaux se soient formés successivement et à mesure que la violence du feu diminuoit, comme ils se sont faits dans les mêmes lieux, et que les fentes perpendiculaires ont été le réceptacle commun de toutes les matières métalliques fondues ou sublimées par la chaleur intérieure du globe, toutes les mines sont mêlées de différens métaux et minéraux métalliques ; en effet il y a presque toujours plusieurs métaux dans la même mine : on trouve le fer avec le cuivre, le plomb avec l'argent, l'or avec le fer, et quelquefois tous ensemble; car il ne faut pas croire, comme bien des gens se le figurent, qu'une mine d'or ou d'argent ne contienne que l'une ou l'autre de ces matières : il suffit, pour qu'on lui donne cette dénomination, que la mine soit mêlée d'une assez grande quantité de l'un ou de l'autre de ces métaux, pour être

travaillée avec profit; mais souvent et presque toujours le métal précieux y est en moindre quantité que les autres matières minérales ou métalliques.

Quoique les faits subsistans s'accordent parfaitement avec les causes et les effets que je suppose, on ne manquera pas de contester cette théorie de l'établissement local des mines métalliques : on dira qu'on peut se tromper en estimant par comparaison et jugeant par analogie les procédés de la Nature; que la vitrification de la terre et la sublimation des métaux par le feu primitif n'étant pas des faits démontrés, mais de simples conjectures, les conséquences que j'en tire ne peuvent qu'être précaires et purement hypothétiques : enfin l'on renouvellera sans doute l'objection triviale si souvent répétée contre les hypothèses, en s'écriant qu'en bonne physique il ne faut ni comparaisons ni systêmes.

Cependant il est aisé de sentir que nous ne connoissons rien que par comparaison, et que nous ne pouvons juger des choses et de leurs rapports qu'après avoir fait une ordonnance de ces mêmes rapports, c'est-à-

dire un système. Or les grands procédés de la Nature sont les mêmes en tout; et lorsqu'ils nous paroissent opposés, contraires ou seulement différens, c'est faute de les avoir saisis et vus assez généralement pour les bien comparer. La plupart de ceux qui observent les effets de la Nature, ne s'attachant qu'à quelques points particuliers, croient voir des variations et même des contrariétés dans ses opérations; tandis que celui qui l'embrasse par des vues plus générales, reconnoît la simplicité de son plan, et ne peut qu'admirer l'ordre constant et fixe de ses combinaisons, et l'uniformité de ses moyens d'exécution; grandes opérations, qui, toutes fondées sur des lois invariables, ne peuvent varier elles-mêmes ni se contrarier dans les effets. Le but du philosophe naturaliste doit donc être de s'élever assez haut pour pouvoir déduire d'un seul effet général, pris comme cause, tous les effets particuliers. Mais pour voir la Nature sous ce grand aspect, il faut l'avoir examinée, étudiée et comparée dans toutes les parties de son immense étendue. Assez de génie, beaucoup d'étude, un peu de liberté de penser, sont trois attributs sans

lesquels on ne pourra que défigurer la Nature, au lieu de la représenter : je l'ai souvent senti en voulant la peindre, et malheur à ceux qui ne s'en doutent pas ! leurs travaux, loin d'avancer la science, ne font qu'en retarder les progrès ; de petits faits, des objets présentés par leurs faces obliques ou vus sous un faux jour, des choses mal entendues, des méthodes scholastiques, de grands raisonnemens fondés sur une métaphysique puérile ou sur des préjugés, sont les matières sans substance des ouvrages de l'écrivain sans génie; ce sont autant de tas de décombres qu'il faut enlever avant de pouvoir construire. Les sciences seroient donc plus avancées si moins de gens avoient écrit; mais l'amour-propre ne s'opposera-t-il pas toujours à la bonne foi ? L'ignorant se croit suffisamment instruit ; celui qui ne l'est qu'à demi, se croit plus que savant, et tous s'imaginent avoir du génie ou du moins assez d'esprit pour en critiquer les productions ; on le voit par les ouvrages de ces écrivains qui n'ont d'autre mérite que de crier contre les systêmes, parce qu'ils sont non seulement incapables d'en faire, mais

peut-être même d'entendre la vraie signification de ce mot, qui les épouvante ou les humilie : cependant tout systême n'est qu'une combinaison raisonnée, une ordonnance des choses ou des idées qui les représentent; et c'est le génie seul qui peut faire cette ordonnance, c'est-à-dire, un systême en tout genre, parce que c'est au génie seul qu'il appartient de généraliser les idées particulières, de réunir toutes les vues en un faisceau de lumière, de se faire de nouveaux apperçus, de saisir les rapports fugitifs, de rapprocher ceux qui sont éloignés, d'en former de nouvelles analogies, de s'élever enfin assez haût et de s'étendre assez loin pour embrasser à la fois tout l'espace qu'il a rempli de sa pensée : c'est ainsi que le génie seul peut former un ordre systématique des choses et des faits, de leurs combinaisons respectives, de la dépendance des causes et des effets, de sorte que le tout rassemblé, réuni, puisse présenter à l'esprit un grand tableau de spéculations suivies, ou du moins un vaste spectacle dont toutes les scènes se lient et se tiennent par des idées conséquentes et des faits assortis.

Je crois donc que mes explications sur l'action du feu primitif, sur la sublimation des métaux, sur la formation des matières vitreuses, argilleuses et calcaires, sont d'accord avec les procédés de la Nature dans ses plus grandes opérations, et nous verrons que l'ensemble de ce systême et ses autres rapports seront encore confirmés par tous les faits que nous rapporterons dans la suite, en traitant de chaque métal en particulier.

Mais pour ne parler ici que du fer, on ne peut guère douter que ce métal n'ait commencé à s'établir le premier sur le globe, et peu de temps après la consolidation du quartz, puisqu'il a coloré les jaspes et les crystaux de feld-spath, au lieu que l'or, l'argent, ni les autres métaux, ne paroissent pas être entrés comme le fer dans la substance des matières vitreuses produites par le feu primitif : et ce fait prouve que le fer, plus capable de résister à la violence du feu, s'est en effet établi le premier et dès le temps de la consolidation des verres de nature ; car le fer primordial se trouve toujours intimement mêlé avec la matière vitreuse, et il a formé avec elle de très-grandes masses et

même des montagnes à la surface du globe, tandis que les autres métaux, dont l'établissement a été postérieur, n'ont occupé que les intervalles des fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse dans lesquelles ils se trouvent par filons et en petits amas *.

Aussi n'existe-t-il nulle part de grandes masses de fer pur et pareil à notre fer forgé, ni même semblable à nos fontes de fer, et à peine peut-on citer quelques exemples de petits morceaux de fonte ou régule de fer trouvés dans le sein de la terre, et formés sans doute accidentellement par le feu des volcans, comme l'on trouve aussi et plus fréquemment des morceaux d'or, d'argent et de cuivre, qu'on reconnoît évidemment avoir été fondus par ces feux souterrains.

La substance du fer de nature n'a donc jamais été pure, et, dès le temps de la consolidation du globe, ce métal s'est mêlé avec la matière vitreuse, et s'est établi en grandes

* Pline dit avec raison que de toutes les substances métalliques, le fer est celle qui se trouve en plus grandes masses, et qu'on a vu des montagnes qui en étoient entièrement formées.

masses dans plusieurs endroits à la surface, et jusqu'à une petite profondeur dans l'intérieur de la terre. Au reste, ces grandes masses ou roches ferrugineuses ne sont pas également riches en métal; quelques unes donnent soixante-dix ou soixante-douze pour cent de fer en fonte, tandis que d'autres n'en donnent pas quarante; et l'on sait que cette fonte de fer qui résulte de la fusion des mines n'est pas encore du métal, puisqu'avant de devenir fer elle perd au moins un quart de sa masse par le travail de l'affinerie : on est donc assuré que les mines de fer en roche les plus riches ne contiennent guère qu'une moitié de fer, et que l'autre moitié de leur masse est de matière vitreuse; on peut même le reconnoître en soumettant ces mines à l'action des acides qui en dissolvent le fer et laissent intacte la substance vitreuse.

D'ailleurs ces roches de fer que l'on doit regarder comme les mines primordiales de ce métal dans son état de nature, sont toutes attirables à l'aimant *; preuve évidente

* Comme toutes les mines de Suède sont très-

qu'elles ont été produites par l'action du feu, et qu'elles ne sont qu'une espèce de fonte impure de fer, mélangée d'une plus ou moins grande quantité de matière vitreuse. Nos mines de fer en grains, en ocre ou en rouille, quoique provenant originairement des détrimens de ces roches primitives, mais ayant été formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'on ne leur fasse subir une forte impression du feu à l'air libre *. Ainsi la

attirables à l'aimant, on se sert de la boussole pour les trouver. Cette méthode est fort en usage, et elle est assez sûre, quoique les mines de fer soient souvent enfouies à plusieurs toises de profondeur; mais elle seroit inutile pour la recherche de la plupart de nos mines de fer en grains, dont la formation est due à l'action de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant, avant d'avoir subi l'action du feu.

* Les mines de fer en grains ne sont en général point attirables à l'aimant; il faut, pour qu'elles le deviennent, les faire griller à un feu assez vif et à l'air libre. J'en ai fait l'expérience sur la mine de Villers, près de Montbard, qui se trouve en sacs, entre des rochers calcaires, et qui est en grains assez

propriété d'être attirable à l'aimant appartenant uniquement aux mines de fer qui ont passé par le feu, on ne peut guère se refuser à croire que ces énormes rochers de fer attirables à l'aimant n'aient en effet subi la violente action du feu dont ils portent encore l'empreinte, et qu'ils n'aient été produits dans le temps de la dernière incandescence et de la première condensation du globe.

gros : ayant fait griller une once de cette mine à feu ouvert, et l'ayant fait broyer et réduire en poudre, l'aimant en a tiré six gros et demi ; mais ayant fait mettre une pareille quantité de cette mine dans un creuset couvert et bien bouché, qu'on a fait rougir à blanc, et ayant ensuite écrasé cette mine ainsi grillée, au moyen d'un marteau, l'aimant n'en a tiré aucune partie de fer, tandis que dans un autre creuset mis au feu en même temps, et qui n'étoit pas bouché, cette même mine réduite ensuite en poudre par le marteau, s'est trouvée aussi attirable par l'aimant que la première. Cette expérience m'a démontré que le feu seul, ou le feu fixe, ne suffit pas pour rendre la mine de fer attirable à l'aimant, et qu'il est nécessaire que le feu soit libre et animé par l'air pour produire cet effet.

Les masses de l'aimant ne paroissent différer des autres roches de fer qu'en ce qu'elles ont été exposées aux impressions de l'électricité de l'atmosphère, et qu'elles ont en même temps éprouvé une plus grande ou plus longue action du feu, qui les a rendues magnétiques par elles-mêmes et au plus haut degré; car on peut donner le magnétisme à tout fer ou toute matière ferrugineuse, non seulement en la tenant constamment dans la même situation, mais encore par le choc et par le frottement, c'est-à-dire, par toute cause ou tout mouvement qui produit de la chaleur et du feu. On doit donc penser que les pierres d'aimant étant de la même nature que les autres roches ferrugineuses, leur grande puissance magnétique vient de ce qu'elles ont été exposées à l'air, et travaillées plus violemment ou plus long-temps par la flamme du feu primitif. La substance de l'aimant paroît même indiquer que le fer qu'elle contient a été altéré par le feu, et réduit en un état de régule très-difficile à fondre, puisqu'on ne peut traiter les pierres d'aimant à nos fourneaux, ni les fondre avantageusement pour en tirer du fer, comme

l'on en tire de toutes les autres pierres ferrugineuses ou mines de fer en roche, en les faisant auparavant griller et concasser *.

Toutes les mines de fer en roche doivent donc être regardées comme des espèces de fontes de fer, produites par le feu primitif; mais on ne doit pas compter au nombre de ces roches primordiales de fer celles qui sont mêlées de matière calcaire : ce sont des mines secondaires, des concrétions spathiques, en masses plus ou moins distinctes ou confuses, et qui n'ont été formées que postérieurement par l'intermède de l'eau. Aussi ne sont-elles point attirables à l'aimant ; elles doivent être placées au nombre des mines de seconde et peut-être de troisième formation. De même il ne faut pas confondre avec les mines primitives, vitreuses et attirables à l'aimant,

* On trouve quelquefois de l'aimant blanc qui ne paroît pas avoir passé par le feu, parce que toutes les matières ferrugineuses se colorent au feu en rouge brun ou en noir; mais cet aimant blanc n'est peut-être que le produit de la décomposition d'un aimant primitif, réformé par l'intermède de l'eau. Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

celles qui, ayant éprouvé l'impression du feu dans les volcans, ont acquis cette propriété qu'elles n'avoient pas auparavant. Enfin il faut excepter encore les sables ferrugineux et magnétiques, tels que celui qui est mêlé dans la platine, et tous ceux qui se trouvent mélangés dans le sein de la terre, soit avec les mines de fer en grains, soit avec d'autres matières ; car ces sablons ferrugineux, attirables à l'aimant, ne proviennent que de la décomposition du mâchefer ou résidu ferrugineux des végétaux brûlés par le feu des volcans ou par d'autres incendies.

On doit donc réduire le vrai fer de nature, le fer primordial, aux grandes masses des roches ferrugineuses attirables à l'aimant, et qui ne sont mélangées que de matières vitreuses. Ces roches se trouvent en plus grande quantité dans les régions du Nord que dans les autres parties du globe. On sait qu'en Suède, en Russie, en Sibérie, ces mines magnétiques sont très-communes, et qu'on les cherche à la boussole. On prétend aussi qu'en Lapponie la plus grande partie du terrain n'est composée que de ces masses ferrugineuses. Si ce dernier fait est aussi vrai

que les premiers, il augmenteroit la probabilité déja fondée, que la variation de l'aiguille aimantée provient de la différente distance et de la situation où l'on se trouve, relativement au gisement de ces grandes masses magnétiques. Je dis la variation de l'aiguille aimantée, car je ne prétends pas que sa direction vers les poles doive être uniquement attribuée à cette même cause: je suis persuadé que cette direction de l'aimant est un des effets de l'électricité du globe, et que le froid des régions polaires influe plus qu'aucune autre cause sur la direction de l'aimant *.

Quoi qu'il en soit, il me paroît certain que les grandes masses des mines de fer en roche ont été produites par le feu primitif, comme les autres grandes masses des matières vitreuses. On demandera peut-être pourquoi ce premier fer de nature produit par le feu ne se présente pas sous la forme de métal; pourquoi l'on ne trouve dans ces mines aucune masse de fer pur et pareil à celui que nous fabriquons à nos feux. J'ai prévenu

* Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

cette question en prouvant que* le fer ne prend de la ductilité que parce qu'il a été comprimé par le marteau : c'est autant la main de l'homme que le feu qui donne au fer la forme de métal, et qui change en fer ductile la fonte aigre, en épurant cette fonte, et en rapprochant de plus près les parties métalliques qu'elle contient. Cette fonte de fer, au sortir du fourneau, reste, comme nous l'avons dit, encore mélangée de plus d'un quart de matières étrangères : elle n'est donc, tout au plus, que d'un quart plus pure que les mines en roche les plus riches, qui par conséquent ont été mêlées par moitié de matières vitreuses dans la fusion opérée par le feu primitif.

On pourra insister en retournant l'objection contre ma réponse, et disant qu'on trouve quelquefois de petits morceaux de fer pur ou natif dans certains endroits, à d'assez grandes profondeurs, sous des rochers ou des couches de terre qui ne paroissent pas avoir été remuées par la main des

* Voyez le quatrième Mémoire *sur la ténacité du fer*, tome V des *Matières générales*, page 227.

hommes, et que ces échantillons du travail de la Nature, quoique rares, suffisent pour prouver que notre art et le secours du marteau ne sont pas des moyens uniques ni des instrumens absolument nécessaires, ni par conséquent les seules causes de la ductilité et de la pureté de ce métal, puisque la Nature, dénuée de ces adminicules de notre art, ne laisse pas de produire du fer assez semblable à celui de nos forges.

Pour satisfaire à cette instance, il suffira d'exposer que par certains procédés nous pouvons obtenir du régule de fer sans instrumens ni marteaux, et par le seul effet d'un feu bien administré et soutenu long-temps au degré nécessaire pour épurer la fonte sans la brûler, en laissant ainsi remuer par le feu, successivement et lentement, les molécules métalliques, qui se réunissent alors par une espèce de départ ou séparation des matières hétérogènes dont elles étoient mélangées. Ainsi la Nature aura pu, dans certaines circonstances, produire le même effet; mais ces circonstances ne peuvent qu'être extrêmement rares, puisque par nos propres procédés, dirigés à ce but, on ne réussit qu'à force de précautions.

Ce point, également intéressant pour l'histoire de la Nature et pour celle de l'art, exige quelques discussions de détail, dans lesquelles nous entrerons volontiers par la raison de leur utilité. La mine de fer jetée dans nos fourneaux élevés de vingt à vingt-cinq pieds, et remplis de charbons ardens, ne se liquéfie que quand elle est descendue à plus des trois quarts de cette hauteur; elle tombe alors sous le vent des soufflets, et achève de se fondre au-dessus du creuset qui la reçoit, et dans lequel on la tient pendant quelques heures, tant pour en accumuler la quantité, que pour la laisser se purger des matières hétérogènes qui s'écoulent en forme de verre impur qu'on appelle *laitier*. Cette matière, plus légère que la fonte de fer, en surmonte le bain dans le creuset; plus on tient la fonte dans cet état en continuant le feu, plus elle se dépouille de ses impuretés: mais comme l'on ne peut la brasser autant qu'il le faudroit, ni même la remuer aisément dans ce creuset, elle reste nécessairement encore mêlée d'une grande quantité de ces matières hétérogènes, en sorte que les meilleures fontes de fer en contiennent plus

d'un quart, et les fontes communes près d'un tiers, dont il faut les purger pour les convertir en fer[1]. Ordinairement on fait, au bout de douze heures, ouverture au creuset; la fonte coule, comme un ruisseau de feu, dans un long et large sillon, où elle se consolide en un lingot ou *gueuse* de quinze cents à deux mille livres de poids : on laisse ce lingot se refroidir au moule, et on l'en tire pour le conduire sur des rouleaux, et le faire entrer, par l'une de ses extrémités, dans le foyer de l'affinerie, où cette extrémité, chauffée par un nouveau feu, se ramollit et se sépare du reste du lingot : l'ouvrier perce et pétrit avec des *ringards*[2] cette loupe à demi liquéfiée, qui, par ce travail, s'épure, et laisse couler, par le fond du foyer,

[1] Dans cet épurement même de la fonte, pour la convertir en fer par le travail de l'affinerie et par la percussion du marteau, il se perd quelques portions de fer que les matières hétérogènes entraînent avec elles, et on en retrouve une partie dans les scories de l'affinerie.

[2] On appelle *ringards* des barreaux de fer pointus par l'une de leurs extrémités.

une partie de la matière hétérogène que le feu du fourneau de fusion n'avoit pu séparer; ensuite l'on porte cette loupe ardente sous le marteau, où la force de la percussion fait sortir de sa masse encore molle le reste des substances impures qu'elle contenoit; et ces mêmes coups redoublés du marteau rapprochent et réunissent en une masse solide et plus alongée les parties de ce fer que l'on vient d'épurer, et qui ne prennent qu'alors la forme et la ductilité du métal.

Ce sont là les procédés ordinaires dans le travail de nos forges; et quoiqu'ils paroissent assez simples, ils demandent de l'intelligence, et supposent de l'habitude et même des attentions suivies. L'on ne doit pas traiter autrement les mines pauvres qui ne donnent que trente ou même quarante livres de fonte par quintal : mais avec des mines riches en métal, c'est-à-dire, avec celles qui donnent soixante-dix, soixante ou même cinquante-cinq pour cent, on peut obtenir du fer, et même de l'acier, sans faire passer ces mines par l'état d'une fonte liquide et sans les couler en lingots; au lieu des hauts fourneaux entretenus en feu sans interruption pendant

plusieurs mois, il ne faut pour ces mines riches que de petits fourneaux, qu'on charge et vide plus d'une fois par jour. On leur a donné le nom de *fourneaux à la catalane* : ils n'ont que trois ou quatre pieds de hauteur; ceux de Stirie en ont dix ou douze; et quoique la construction de ces fourneaux à la catalane et de ceux de Stirie soit différente, leur effet est à peu près le même; au lieu de gueuses ou lingots d'une fonte coulée, on obtient dans ces petits fourneaux des *massets* ou loupes formées par coagulation, et qui sont assez épurées pour qu'on puisse les porter sous le marteau au sortir de ces fourneaux de liquation : ainsi la matière de ces massets est bien plus pure que celle des gueuses, qu'il faut travailler et purifier au feu de l'affinerie avant de les mettre sur l'enclume. Ces massets contiennent souvent de l'acier, qu'on a soin d'en séparer, et le reste est du bon fer ou du fer mêlé d'acier. Voilà donc de l'acier et du fer, tous deux produits par le seul régime du feu, et sans que l'ouvrier en ait pétri la matière pour la dépurer; et de même, lorsque dans les hauts fourneaux on laisse quelques parties de fonte

se recuire au feu pendant plusieurs semaines, cette fonte, d'abord mêlée d'un tiers ou d'un quart de substances étrangères, s'épure au point de devenir un vrai régule de fer qui commence à prendre de la ductilité. Ainsi la Nature a pu et peut encore, par le feu des volcans, produire des fontes et des régules de fer semblables à ceux que nous obtenons dans ces fourneaux de liquation sans le secours du marteau; et c'est à cette cause qu'on doit rapporter la formation de ces morceaux de fer ou d'acier qu'on a regardés comme natifs, et qui, quoique très-rares, ont suffi pour faire croire que c'étoit là le vrai fer de la Nature, tandis que dans la réalité elle n'a formé, par son travail primitif, que des roches ferrugineuses, toutes plus impures que les fontes de notre art.

Nous donnerons dans la suite les procédés par lesquels on peut obtenir des fontes, des aciers et des fers de toutes qualités : l'on verra pourquoi les mines de fer riches peuvent être traitées différemment des mines pauvres; pourquoi la méthode catalane, celle de Stirie et d'autres, ne peuvent être avantageusement employées à la fusion de nos

mines en grains; pourquoi, dans tous les cas, nous nous servons du marteau pour achever de consolider le fer, etc. Il nous suffit ici d'avoir démontré par les faits que le feu primitif n'a point produit de fer pur semblable à notre fer forgé, mais que la quantité toute entière de la matière de fer s'est mêlée, dans le temps de la consolidation du globe, avec les substances vitreuses, et que c'est de ce mélange que sont composées les roches primordiales de fer et d'aimant; qu'enfin, si l'on tire quelquefois du sein de la terre des morceaux de fer, leur formation, bien postérieure, n'est due qu'à la main de l'homme, ou à la rencontre fortuite d'une mine de fer dans le gouffre d'un volcan.

Reprenant donc l'ordre des premiers temps, nous jugerons aisément que les roches ferrugineuses se sont consolidées presque en même temps que les rochers graniteux se sont formés, c'est-à-dire, après la consolidation et la reduction en débris du quartz et des autres premiers verres. Ces roches sont composées de molécules ferrugineuses, intimement unies avec la matière vitreuse; elles ont d'abord été fondues ensemble; elles se sont

ensuite consolidées par le refroidissement, sous la forme d'une pierre dure et pesante; elles ont conservé cette forme primitive dans tous les lieux où elles n'ont pas été exposées à l'action des élémens humides : mais les parties extérieures de ces roches ferrugineuses s'étant trouvées, dès le temps de la première chûte des eaux, exposées aux impressions des élémens humides, elles se sont converties en rouille et en ocre; cette rouille, détachée de leurs masses, aura bientôt été transportée, comme les sables vitreux, par le mouvement des eaux, et déposée sur le fond de cette première mer, lequel, dans la suite, est devenu la surface de tous nos continens.

Par cette décomposition des premières roches ferrugineuses, la matière du fer s'est trouvée répandue sur toutes les parties de la surface du globe, et par conséquent cette matière est entrée, avec les autres élémens de la terre, dans la composition des végétaux et des animaux, dont les détrimens s'étant ensuite accumulés, ont formé la terre végétale, dans laquelle la mine de fer en grains s'est produite par la réunion de ces mêmes

particules ferrugineuses disséminées et contenues dans cette terre, qui, comme nous l'avons dit *, est la vraie matrice de la plupart des minéraux figurés, et en particulier des mines de fer en grains.

La grande quantité de rouille détachée de la surface des roches primitives de fer, et transportée par les eaux, aura dû former aussi des dépôts particuliers en plusieurs endroits : chacune de nos mines d'ocre est un de ces anciens dépôts; car l'ocre ne diffère de la rouille de fer que par le plus ou moins de terre qui s'y trouve mêlée. Et lorsque la décomposition de ces roches primordiales s'est opérée plus lentement, et qu'au lieu de se convertir en rouille grossière, la matière ferrugineuse a été atténuée et comme dissoute par une action plus lente des élémens humides, les parties les plus fines de cette matière ayant été saisies et entraînées par l'eau, ont formé par stillation des concrétions ou stalactites ferrugineuses, dont la plupart sont plus riches en métal que les mines en grains et en rouille.

* Voyez l'article de la *terre végétale*, tome X des *Matières générales*, page 201.

On peut réduire toutes les mines de fer de seconde formation à ces trois états, de mines en grains, de mines en ocre ou en rouille, et de mines en concrétions. Elles ont également été produites par l'action et l'intermède de l'eau; toutes tirent leur origine de la décomposition des roches primitives de fer, de la même manière que les grès, les argilles et les schistes proviennent de la décomposition des premières matières vitreuses.

J'ai démontré, dans l'article *de la terre végétale* *, comment se sont formés les grains de la mine de fer : nous les voyons, pour ainsi dire, se produire sous nos yeux, par la réunion des particules ferrugineuses disséminées dans cette terre végétale; et ces grains de mine contiennent quelquefois une plus grande quantité de fer que les roches de fer les plus riches; mais comme ces grains sont presque toujours très-petits, et qu'il n'est jamais possible de les trier un à un, ni de les séparer en entier des terres avec lesquelles ils sont mêlés, sur-tout lorsqu'il s'agit

* Histoire naturelle des minéraux, tome X, page 201 et suiv.

de travailler en grand, ces mines en grains ne rendent ordinairement par quintal que de trente-cinq à quarante-cinq livres de fonte et souvent moins, tandis que plusieurs mines en roche donnent depuis cinquante jusqu'à soixante et au-delà : mais je me suis assuré, par quelques essais en petit, qu'on auroit au moins un aussi grand produit en ne faisant fondre que le grain net de ces mines de seconde formation. Elles peuvent être plus ou moins riches en métal, selon que chaque grain aura reçu dans sa composition une plus ou moins forte quantité de substance métallique, sans mélange de matières hétérogènes; car de la même manière que nous voyons se former des stalactites plus ou moins pures dans toutes les matières terrestres, ces grains de mine de fer, qui sont de vraies stalactites de la terre végétale imprégnée de fer, peuvent être aussi plus ou moins purs, c'est-à-dire, plus ou moins chargés de parties métalliques; et par conséquent ces mines peuvent être plus riches en métal que le minéral en roche, qui, ayant été formé par le feu primitif, contient toujours une quantité considérable de

matière vitreuse. Je dois même ajouter que les mines en stalactites et en masses concrètes en fournissent un exemple sensible : elles sont, comme les mines en grains, formées par l'intermède de l'eau; et quoiqu'elles soient toujours mêlées de matières hétérogènes, elles donnent assez ordinairement une plus grande quantité de fer que la plupart des mines de première formation.

Ainsi toute mine de fer, soit qu'elle ait été produite par le feu primitif, ou travaillée par l'eau, est toujours mélangée d'une plus ou moins grande quantité de substances hétérogènes ; seulement on doit observer que dans les mines produites par le feu, le fer est toujours mélangé avec une matière vitreuse, tandis que dans celles qui ont été formées par l'intermède de l'eau, le mélange est plus souvent de matière calcaire *. Ces

* « Les mines de fer de Rougei en Bretagne sont « en masses de rocher, de trois quarts de lieue d'é- « tendue, sur quinze à dix-huit pieds d'épaisseur, « disposées en bancs horizontaux ; elles sont de « seconde formation, et sont en même temps mêlées « de matières silicées ». Je ne cite cet exemple que

dernières mines, qu'on nomme *spathiques* * à cause de ce mélange de spath ou de parties calcaires, ne sont point attirables à l'aimant, parce qu'elles n'ont pas été produites par le feu, et qu'elles ont été, comme les mines en grains ou en rouille, toutes formées du détriment des premières roches ferrugineuses qui ont perdu leur magnétisme par cette décomposition: néanmoins, lorsque ces mines secondaires, formées par l'intermède de l'eau, se trouvent mêlées de sablons ferrugineux qui ont passé par le feu, elles sont alors attirables à l'aimant, parce que ces sablons, qui ne sont pas susceptibles de rouille, ne perdent jamais cette propriété d'être attirables à l'aimant.

pour faire voir que les mines de seconde formation se trouvent quelquefois mêlées de matières vitreuses; mais, dans ce cas, ces matières vitreuses sont elles-mêmes de seconde formation. Ce fait m'a été fourni par M. de Grignon, qui a observé ces mines en Bretagne.

* Il y a néanmoins quelques unes de ces mines attirables à l'aimant, dans le Dauphiné et dans les Pyrénées.

La fameuse montagne d'Eisenartz en Stirie, haute de quatre cent quatre-vingts toises, est presque toute composée de minéraux ferrugineux de différentes qualités; on en tire, de temps immémorial, tout le fer et l'acier qui se fabriquent dans cette contrée; et l'on a observé que le minéral propre à faire de l'acier étoit différent de celui qui est propre à faire du bon fer. Le minéral le plus riche en acier, que l'on appelle *phlint,* est blanc, fort dur, et difficile à fondre : mais il devient rouge ou noir et moins dur en s'effleurissant dans la mine même. Celui qui est le plus propre à donner du fer doux, est le plus tendre; il est aussi plus fusible, et quelquefois environné de rouille ou d'ocre. Le noyau et la masse principale de cette montagne sont sans doute de fer primordial produit par le feu primitif, duquel les autres minéraux ferrugineux ne sont que des exsudations, des concrétions, des stalactites plus ou moins mélangées de matière calcaire, de pyrites, et d'autres substances dissoutes ou délayées par l'eau, et qui sont entrées dans la composition de ces masses secondaires lorsqu'elles se sont formées.

De quelque qualité que soient les mines de fer en roches solides, on est obligé de les concasser et de les réduire en morceaux gros comme des noisettes, avant de les jeter au fourneau : mais pour briser plus aisément les blocs de ce minéral ordinairement très-dur, on est dans l'usage de les faire griller au feu; on établit une couche de bois sec, sur laquelle on met ces gros morceaux de minéral, que l'on couvre d'une autre couche de bois; puis un second lit de minéral, et ainsi alternativement jusqu'à cinq ou six pieds de hauteur; et après avoir allumé le feu, on le laisse consumer tout ce qui est combustible et s'éteindre de lui-même. Cette première action du feu rend le minéral plus tendre; on le concasse plus aisément, et il se trouve plus disposé à la fusion qu'il doit subir au fourneau. Toutes les roches de fer qui ne sont mélangées que de substances vitreuses, exigent qu'on y joigne une certaine quantité de matière calcaire pour en faciliter la fonte; celles au contraire qui ne contiennent que peu ou point de matière vitreuse, et qui sont mélangées de substances calcaires, demandent l'addition de quelque matière vitrescible, telle que

la terre limoneuse, qui, se fondant aisément, aide à la fusion de ces mines de fer, et s'empare des parties calcaires dont elles sont mélangées.

Les mines qui ont été produites par le feu primitif sont, comme nous l'avons dit, toutes attirables à l'aimant, à moins que l'eau ne les ait décomposées et réduites en rouille, en ocre, en grains ou en concrétions; car elles perdent dès lors cette propriété magnétique: cependant les mines primitives ne sont pas les seules qui soient attirables à l'aimant; toutes celles de seconde formation qui auront subi l'action du feu, soit dans les volcans, soit par les incendies des forêts, sont également et souvent aussi susceptibles de cette attraction; en sorte que si l'on s'en tenoit à cette seule propriété, elle ne suffiroit pas pour distinguer les mines ferrugineuses de première formation de toutes les autres qui, quoique de formation bien postérieure, sont également attirables à l'aimant; mais il y a d'autres indices assez certains par lesquels on peut les reconnoître. Les matières ferrugineuses primitives sont toutes en très-grandes masses, et toujours intimement mê-

lées de matière vitreuse; celles qui ont été produites postérieurement par les volcans ou par d'autres incendies, ne se trouvent qu'en petits morceaux, et le plus souvent en paillettes et en sablons; et ces sablons ferrugineux et très-attirables à l'aimant sont ordinairement bien plus réfractaires au feu que la roche de fer la plus dure. Ces sablons ont apparemment essuyé une si forte action du feu, qu'ils ont, pour ainsi dire, changé de nature et perdu toutes leurs propriétés métalliques; car il ne leur est resté que la seule qualité d'être attirables à l'aimant, qualité communiquée par le feu, et qui, comme l'on voit, n'est pas essentielle à toute matière ferrugineuse, puisque les mines qui ont été formées par l'intermède de l'eau en sont dépourvues ou dépouillées, et qu'elles ne reprennent ou n'acquièrent cette propriété magnétique qu'après avoir passé par le feu.

Toute la quantité, quoiqu'immense, du fer disséminé sur le globe, provient donc originairement des débris et détrimens des grandes masses primitives, dans lesquelles la substance ferrugineuse est mêlée avec la matière vitreuse et s'est consolidée avec elle:

mais ce fer disséminé sur la terre se trouve dans des états très-différens, suivant les impressions plus ou moins fortes qu'il a subies par l'action des autres élémens et par le mélange de différentes matières. La décomposition la plus simple du fer primordial est sa conversion en rouille : les faces des roches ferrugineuses exposées à l'action de l'acide aérien, se sont couvertes de rouille; et cette rouille de fer, en perdant sa propriété magnetique, a néanmoins conservé ses autres qualités, et peut même se convertir en métal plus aisément que la roche dont elle tire son origine. Ce fer réduit en rouille, et transporté dans cet état par les eaux sur toute la surface du globe, s'est plus ou moins mêlé avec la terre végétale; il s'y est uni et atténué au point d'entrer avec la séve dans la composition de la substance des végétaux, et, par une suite nécessaire, dans celle des animaux : les uns et les autres rendent ensuite ce fer à la terre par la destruction de leur corps. Lorsque cette destruction s'opère par la pourriture, les particules de fer provenant des êtres organisés n'en sont pas plus magnétiques, et ne forment toujours qu'une espèce de

rouille plus fine et plus ténue que la rouille grossière dont elles ont tiré leur origine : mais si la destruction des corps se fait par le moyen du feu, alors toutes les molécules ferrugineuses qu'ils contenoient, reprennent, par l'action de cet élément, la propriété d'être attirables à l'aimant, que l'impression des élémens humides leur avoit ôtée; et comme il y a eu, dans plusieurs lieux de la terre, de grands incendies de forêts, et presque partout des feux particuliers, et des feux encore plus grands dans les terrains volcanisés, on ne doit pas être surpris de trouver à la surface et dans l'intérieur des premières couches de la terre des particules de fer attirables à l'aimant, d'autant que les détrimens de tout le fer fabriqué par la main de l'homme, toutes les poussières de fer produites par le frottement et par l'usure, conservent cette propriété tant qu'elles ne sont pas réduites en rouille. C'est par cette raison que dans une mine dont les particules en rouille, ou les grains, ne sont point attirables à l'aimant, il se trouve souvent des paillettes ou sablons magnétiques, qui, pour la plupart, sont noirs, et quelquefois brillans comme du

mica. Ces sablons, quoique ferrugineux, ne sont ni susceptibles de rouille, ni dissolubles par les acides, ni fusibles au feu ; ce sont des particules d'un fer qui a été brûlé autant qu'il peut l'être, et qui a perdu, par une trop longue ou trop violente action du feu, toutes ses qualités, à l'exception de la propriété d'être attiré par l'aimant, qu'il a conservée ou plutôt acquise par l'impression de cet élément.

Il se trouve donc dans le sein de la terre beaucoup de fer en rouille, et une certaine quantité de fer en paillettes attirables à l'aimant. On doit rechercher le premier pour le fondre, et rejeter le second, qui est presque infusible. Il y a, dans quelques endroits, d'assez grands amas de ces sablons ferrugineux que des artistes peu expérimentés ont pris pour de bonnes mines de fer, et qu'ils ont fait porter à leur fourneau, sans se douter que cette matière ne pouvoit s'y fondre. Ce sont ces mêmes sablons ferrugineux qui se trouvent toujours mêlés avec la platine, et qui font même partie de la substance de ce minéral.

Voilà donc déja deux états sous lesquels se

présente le fer disséminé sur la terre; celui d'une rouille qui n'est point attirable à l'aimant et qui se fond aisément à nos fourneaux, et celui de ces paillettes ou sablons magnétiques qu'on ne peut réduire que très-difficilement en fonte. Mais, indépendamment de ces deux états, les mines de fer de seconde formation se trouvent encore sous plusieurs autres formes, dont la plus remarquable, quoique la plus commune, est en grains plus ou moins gros : ces grains ne sont point attirables à l'aimant, à moins qu'ils ne renferment quelques atomes de ces sablons dont nous venons de parler; ce qui arrive assez souvent lorsque les grains sont gros. Les ætites ou géodes ferrugineuses doivent être mises au nombre de ces mines de fer en grains, et leur substance est quelquefois mêlée de ces paillettes attirables à l'aimant. La Nature emploie les mêmes procédés pour la formation de ces géodes ou gros grains que pour celle des plus petits : ces derniers sont ordinairement les plus purs; mais tous, gros et petits, ont au centre une cavité vide ou remplie d'une matière qui n'est que peu ou point métallique ; et plus les grains sont

gros, plus est grande proportionnellement la quantité de cette matière impure qui se trouve dans le centre. Tous sont composés de plusieurs couches superposées et presque concentriques ; et ces couches sont d'autant plus riches en métal, qu'elles sont plus éloignées du centre. Lorsqu'on veut mettre au fourneau de grosses géodes, il faut en séparer cette matière impure qui est au centre, en les faisant concasser et laver. Mais on doit employer de préférence les mines en petits grains, qui sont aussi plus communes et plus riches que les mines en géodes ou en très-gros grains.

Comme toutes nos mines de fer en grains ont été amenées et déposées par les eaux de la mer, et que, dans ce mouvement de transport, chaque flot n'a pu se charger que de matières d'un poids et d'un volume à peu près égal, il en résulte un effet qui, quoique naturel, a paru singulier; c'est que, dans chacun de ces dépôts, les grains sont tous à très-peu près égaux en grosseur, et sont en même temps de la même pesanteur spécifique. Chaque minière de fer a donc son grain particulier : dans les unes les grains sont

aussi petits que la graine de moutarde; dans d'autres, ils sont comme de la graine de navette, et dans d'autres ils sont gros comme des pois. Et les sables ou graviers, soit calcaires, soit vitreux, qui ont été transportés par les eaux avec ces grains de fer, sont aussi du même volume et du même poids que les grains, à très-peu près, dans chaque minière. Souvent ces mines en grains sont mêlées de sables calcaires, qui, loin de nuire à la fusion, servent de *castine* ou fondant : mais quelquefois aussi elles sont enduites d'une terre argilleuse et grasse, si fort adhérente aux grains, qu'on a grande peine à la séparer par le lavage; et si cette terre est de l'argille pure, elle s'oppose à la fusion de la mine, qui ne peut s'opérer qu'en ajoutant une assez grande quantité de matière calcaire. Ces mines mélangées de terres *attachantes* qui demandent beaucoup plus de travail au lavoir et beaucoup plus de feu au fourneau, sont celles qui donnent le moins de produit relativement à la dépense. Cependant, en général, les mines en grains coûtent moins à exploiter et à fondre que la plupart des mines en roches, parce que celles-ci

exigent de grands travaux pour être tirées de leur carrière, et qu'elles ont besoin d'être grillées pendant plusieurs jours avant d'être concassées et jetées au fourneau de fusion.

Nous devons ajouter à cet état du fer en grains, celui du fer en stalactites ou concrétions continues, qui se sont formées, soit par l'agrégation des grains, soit par la dissolution et le flux de la matière dont ils sont composés, soit par des dépôts de toute autre matière ferrugineuse, entraînée par la stillation des eaux. Ces concrétions ou stalactites ferrugineuses sont quelquefois très-riches en métal, et souvent aussi elles sont mêlées de substances étrangères, et sur-tout de matières calcaires, qui facilitent leur fusion, et rendent ces mines précieuses par le peu de dépense qu'elles exigent, et le bon produit qu'elles donnent.

On trouve aussi des mines de fer mêlées de bitume et de charbon de terre; mais il est rare qu'on puisse en faire usage, parce qu'elles sont presque aussi combustibles que ce charbon, et que souvent la matière ferrugineuse y est reduite en pyrites, et s'y trouve en trop petite quantité pour qu'on puisse l'extraire avec profit.

Enfin le fer disséminé sur la terre se trouve encore dans un état très-différent des trois états précédens ; cet état est celui de pyrite, minéral ferrugineux, dont le fond n'est que du fer décomposé et intimement lié avec la substance du feu fixe qui a été saisie par l'acide. La quantité de ces pyrites ferrugineuses est peut-être aussi grande que celle des mines de fer en grains et en rouille : ainsi, lorsque les détrimens du fer primordial n'ont été attaqués que par l'humidité de l'air ou l'impression de l'eau, ils se sont convertis en rouille, en ocre, ou formés en stalactites et en grains ; et quand ces mêmes détrimens ont subi une violente action du feu, soit dans les volcans, soit par d'autres incendies, ils ont été brûlés autant qu'ils pouvoient l'être, et se sont transformés en mâchefer, en sablons et paillettes attirables à l'aimant : mais lorsque ces mêmes détrimens, au lieu d'être travaillés par les élémens humides ou par le feu, ont été saisis par l'acide chargé de la substance du feu fixe, ils ont, pour ainsi dire, perdu leur nature de fer, et ils ont pris la forme de pyrites, que l'on ne doit pas compter au nombre des vraies mines de fer,

quoiqu'elles contiennent une grande quantité de matière ferrugineuse, parce que le fer y étant dans un état de destruction et intimement uni ou combiné avec l'acide et le feu fixe, c'est-à-dire, avec le soufre, qui est le destructeur du fer, on ne peut ni séparer ce métal ni le rétablir par les procédés ordinaires; il se sublime et brûle au lieu de fondre, et même une assez petite quantité de pyrites jetées dans un fourneau avec la mine de fer suffit pour en gâter la fonte. On doit donc éviter avec soin l'emploi des mines mêlées de parties pyriteuses, qui ne peuvent donner que de fort mauvaise fonte et du fer très-cassant.

Mais ces mêmes pyrites dont on ne peut guère tirer les parties ferrugineuses par le moyen du feu, reproduisent du fer en se décomposant par l'humidité; exposées à l'air, elles commencent par s'effleurir à la surface, et bientôt elles se réduisent en poudre : leurs parties ferrugineuses reprennent alors la forme de rouille, et dès lors on doit compter ces pyrites décomposées au nombre des autres mines de fer ou des rouilles disséminées dont

se forment les mines en grains * et en concrétions. Ces concrétions se trouvent quelquefois mélangées avec de la terre limoneuse, et même avec de petits cailloux ou du sable vitreux; et lorsqu'elles sont mêlées de matières calcaires, elles prennent des formes semblables à celle du spath, et on les a dénommées *mines spathiques*. Ces mines sont ordinairement très-fusibles, et souvent fort riches en métal; quelques unes, comme celle de Conflans en Lorraine, sont en assez grandes

* Quelques minéralogistes ont même prétendu que toutes les mines de fer en grains et en concrétions doivent leur origine à la décomposition des pyrites. Je dois observer que cette opinion seroit trop exclusive; la destruction des pyrites martiales n'est pas la seule cause de la production des mines en concrétions ou en grains, puisque tous les détrimens des matières ferrugineuses doivent les produire également, et que d'ailleurs la décomposition et la dissémination universelle de la matière ferrugineuse par l'eau ont précédé nécessairement la formation des pyrites, qui ne sont en effet produites que dans les lieux où la matière ferrugineuse, l'acide et le feu fixe des détrimens des végétaux et des animaux, se sont trouvés réunis.

masses et en gros blocs, d'un grain serré et d'une couleur tannée. Ce minéral est rempli de crystallisations de spath, de bélemnites, de cornes d'ammon, etc.; il est très-riche, et donne du fer de bonne qualité.

Il en est de même des mines de fer crystallisées auxquelles on a donné le nom d'*hématites*, parce qu'il s'en trouve souvent qui sont d'un rouge couleur de sang. Ces hématites crystallisées doivent être considérées comme des stalactites des mines de fer sous lesquelles elles se trouvent : elles sont quelquefois étendues en lits horizontaux d'une assez grande épaisseur, sous des couches beaucoup plus épaisses de mine en rouille ou en ocre *; et l'on

* Je crois qu'on doit rapporter à ces couches d'hématites en grandes masses, la mine de fer qui se tire à Rouez dans le Maine, et de laquelle M. de Burbure m'a envoyé la description suivante : « Cette « mine, située à cinq quarts de lieue de Sillé-le-« Guillaume, est très-riche; elle est dans une terre « ocreuse qui a plus de trente pieds d'épaisseur; il « part de la partie inférieure de cette mine plu-« sieurs filons qui, en s'enfonçant, vont aboutir à « de gros blocs isolés de mine de fer; ces blocs se « rencontrent à vingt ou vingt-six pieds de profon-

voit évidemment que ces hématites sont produites par la stillation d'une eau chargée de molécules ferrugineuses qu'elle a détachées en passant à travers cette grande épaisseur d'ocre ou de rouille. Au reste, toutes les hématites

« deur, et sont composés de particules ferrugi-
« neuses, qui paroissent être sans mélange; ils ont
« aussi des ramifications qui, en se prolongeant,
« vont se joindre à d'autres masse de mine de fer,
« moins pures que ces premiers blocs, parce qu'elles
« renferment dans l'intérieur de petites pierres qui
« y sont incorporées et intimement unies : néan-
« moins les forgerons leur trouvent une sorte de
« mérite qui les fait préférer aux autres masses fer-
« rugineuses plus homogènes; car si elles renferment
« moins de fer, elles ont l'avantage de se fondre plus
« aisément à cause des pierres qu'elles renferment,
« et qui en facilitent la fusion ». C'est à cette même sorte de mine que l'on peut rapporter celles auxquelles on donne le nom de *mines tapées*, qui sont des mines de concrétions en masses et couches, et qui gisent souvent sous les mines en ocre ou en rouille, et qui, quoiqu'en grands morceaux, sont ordinairement plus riches en métal; la plupart sont spathiques ou mélangées de matieres calcaires. (*Note communiquée par M. de Grignon.*)

ne sont pas rouges ; il y en a de brunes et même de couleur plus foncée : mais lorsqu'on les réduit en poudre, elles prennent toutes une couleur d'un rouge plus ou moins vif, et l'on peut les considérer en général comme l'un des derniers produits de la décomposition du fer par l'intermède de l'eau.

Les hématites, les mines spathiques et autres concrétions ferrugineuses, de quelques substances qu'elles soient mêlées, ne doivent pas être confondues avec les mines du fer primordial ; elles ne sont que de seconde ou de troisième formation. Les premières roches de fer ont été produites par le feu primitif, et sont toutes intimement mélangées de matières vitreuses. Les détrimens de ces premières roches ont formé les rouilles et les ocres que le mouvement des eaux a transportées sur toutes les parties du globe ; les particules plus ténues de ces rouilles ferrugineuses ont été pompées par les végétaux, et sont entrées dans leur composition et dans celle des animaux, qui les ont ensuite rendues à la terre par la pourriture et la destruction de leur corps. Ces mêmes molécules ferrugineuses ayant passé par le corps des êtres orga-

nisés, ont conservé une partie des élémens du feu dont elles étoient animées pendant qu'ils étoient vivans; et c'est de la réunion de ces molécules de fer animées de feu que se sont formées les pyrites, qui ne contiennent en effet que du fer, du feu fixe et de l'acide, et qui d'ailleurs, se présentant toujours sous une forme régulière, n'ont pu la recevoir que par l'impression des molécules organiques encore actives dans les derniers résidus des corps organisés; et comme les végétaux produits et détruits dans les premiers âges de la Nature étoient en nombre immense, la quantité des pyrites produites par leurs résidus est de même si considérable, qu'elle surpasse en quelques endroits celle des mines de fer en rouille et en grains, et les pyrites se trouvent souvent enfouies à de plus grandes profondeurs que les unes et les autres.

C'est de la décomposition successive de ces pyrites et de tous les autres détrimens du fer primordial ou secondaire que se sont ensuite formées les concrétions spathiques et les mines en masses ou en grains, qui toutes sont de seconde et de troisième formation;

car, indépendamment des mines en rouille ou en grains qui ont autrefois été transportées, lavées et déposées par les eaux de la mer, indépendamment de celles qui ont été produites par la destruction des pyrites et par celle de tout le fer dont nous faisons usage, on ne peut douter qu'il ne se forme encore tous les jours de la mine de fer en grains dans la terre végétale, et des pyrites dans toutes les terres imprégnées d'acide, et que par conséquent les mines secondaires de fer ne puissent se reproduire plusieurs fois de la même manière qu'elles ont d'abord été produites, c'est-à-dire, avec les mêmes molécules ferrugineuses provenant originairement des détrimens des roches primordiales de fer, qui se sont mêlées dans toutes les matières brutes et dans tous les corps organisés, et qui ont successivement pris toutes les formes sous lesquelles nous venons de les présenter.

Ainsi ces différentes transformations du fer n'empêchent pas que ce métal ne soit un dans la Nature, comme tous les autres métaux : ses mines, à la vérité, sont plus sujettes à varier que toutes les autres mines métalliques ; et comme elles sont en même

temps les plus difficiles à traiter, et que les expériences, sur-tout en grand, sont longues et très-coûteuses, et que les procédés, ainsi que les résultats des routines ou méthodes ordinaires, sont très-différens les uns des autres, bien des gens se sont persuadés que la Nature, qui produit par-tout le même or, le même argent, le même cuivre, le même plomb, le même étain, s'étoit prêtée à une exception pour le fer, et qu'elle en avoit formé de qualités très-différentes, non seulement dans les divers pays, mais dans les mêmes lieux. Cependant cette idée n'est point du tout fondée; l'expérience m'a démontré que l'essence du fer est toujours et par-tout la même *, en sorte que l'on peut, avec les plus mauvaises mines, venir à bout de faire des fers d'aussi bonne qualité qu'avec les meilleures : il ne faut pour cela que purifier ces mines en les purgeant de la trop grande quantité de matières étrangères qui s'y trouvent; le fer qu'on en tirera sera dès lors aussi bon qu'aucun autre.

* Voyez ce que j'ai dit à ce sujet, *Partie expérimentale*, quatrième Mémoire et suiv.

Mais, pour arriver à ce point de perfection, il faut un traitement différent, suivant la nature de la mine ; il faut l'essayer en petit et la bien connoître avant d'en faire usage en grand, et nous ne pouvons donner sur cela que des conseils généraux, qui trouveront néanmoins leur application particulière dans un très-grand nombre de cas. Toute roche primordiale de fer, ou mine en roche mélangée de matière vitreuse, doit être grillée pendant plusieurs jours, et ensuite concassée en très-petits morceaux avant d'être mise au fourneau; sans cette première préparation, qui rend le minéral moins dur, on ne viendroit que très-difficilement à bout de le briser, et il refuseroit même d'entrer en fusion au feu du fourneau, ou n'y entreroit qu'avec beaucoup plus de temps : il faut toujours y mêler une bonne quantité de castine ou matière calcaire. Le traitement de ces mines exige donc une plus grande dépense que celui des mines en grains, par la consommation plus grande des combustibles employés à leur réduction; et à moins qu'elles ne soient, comme celles de Suède, très-riches en métal, ou que les combustibles ne soient

à très-bas prix, le produit ne suffit pas pour payer les frais du travail.

Il n'en est pas de même des mines en concrétions et en masses spathiques ou mélangées de matières calcaires; il est rarement nécessaire de les griller* : on les casse aisément au sortir de leur minière, et elles se fondent avec une grande facilité et sans addition, sinon d'un peu de terre limoneuse ou d'autre matière vitrifiable lorsqu'elles se trouvent trop chargées de substance calcaire. Ces mines sont donc celles qui donnent le plus de produit relativement à la dépense.

Pour qu'on puisse se former quelque idée du gisement et de la qualité des mines primordiales ou roches de fer, nous croyons devoir rapporter ici les observations que M. Jars, de l'académie des sciences, a faites

* Il y a cependant, dans les Pyrénées et dans le Dauphiné, des mines spathiques où la matière calcaire est si intimement unie, et en si grande quantité, avec la substance ferrugineuse, qu'il est nécessaire de les griller, afin de réduire en chaux cette matière calcaire que l'on en sépare ensuite par le lavage; mais ces sortes de mines ne font qu'une légère exception à ce qui vient d'être dit.

dans ses Voyages. « En Suède, dit-il, la mine « de *Nordmarck*, à trois lieues au nord de « *Philipstadt*, est en filons perpendiculaires, « dans une montagne peu élevée au milieu « d'un très-large vallon ; les filons suivent « la direction de la montagne, qui est du « nord au sud, et ils sont presque tous à très- « peu près parallèles : ils ont en quelques « endroits sept ou huit toises de largeur. Les « montagnes de ce district, et même de toute « cette province, sont de granit ; mais les « filons de mine de fer se trouvent aux envi- « rons, dans une espèce de pierre bleuâtre et « brunâtre : cette pierre est unie aux filons « de fer comme le quartz l'est au plomb, au « cuivre, etc. Lorsque le granit s'approche « du filon, il le dérange et l'oblitère; ainsi « les filons de fer ne se trouvent point dans « le granit : le meilleur indice est le mica « blanc et noir à grandes facettes; on est « presque toujours sûr de trouver au-dessous « du minéral riche. Il y a aussi de la pierre « calcaire aux environs des granits : mais le « fer ne s'y trouve qu'en rognons, et non pas « en filons ; ce qui prouve qu'il est de seconde « formation dans ces pierres calcaires. Le

« minéral est attirable à l'aimant; il est très-
« dur, très-compacte et fort pesant : il donne
« plus de cinquante pour cent de bonne fonte.
« Ces mines sont en masses, et on les travaille
« comme nous exploitons nos carrières les
« plus dures avec de la poudre.

« Les mines de Presberg, à deux lieues à
« l'orient de Philipstadt, sont de même en
« filons et dans des rochers assez semblables
« à ceux de Nordmarck ; ces filons sont
« quelquefois accompagnés de grenats, de
« schorl, et d'une pierre micacée assez sem-
« blable à la craie de Briançon : ils sont situés
« dans une presqu'île environnée d'un très-
« grand lac ; ils sont parallèles, et vont,
« comme la presqu'île, du nord au sud.

« On dédaigne d'exploiter les filons qui
« n'ont pas au moins une toise d'épaisseur :
« le minéral rend en général cinquante pour
« cent de fonte. Les filons sont presque per-
« pendiculaires, et les différentes mines ont
« depuis douze jusqu'à quarante toises de
« profondeur.

« On fait griller le minéral avant de le
« jeter dans les hauts fourneaux, qui ont
« environ vingt-cinq pieds de hauteur; on le
« fond à l'aide d'une castine calcaire.

« Les mines de Danemora, dans la pro-
« vince d'Upland, à une lieue d'Upsal, sont
« les meilleures de toute la Suède. Le miné-
« ral est communément uni avec une ma-
« tière fusible [1], en sorte qu'il se fond seul et
« sans addition de matière calcaire. Ces mines
« de Danemora sont au bord d'un grand lac ;
« les filons en sont presque perpendiculaires
« et parallèles dans une direction commune
« du nord-est au sud-ouest : quoique tous les
« rochers soient de granit, les filons de fer
« sont toujours, comme ceux des mines pré-
« cédentes, dans une pierre bleuâtre [2]. Il y a

[1] J'observerai que si cette mine est de première formation, la matière dont le minéral est mélangé et qui lui est intimement unie, ne doit pas être calcaire, mais que ce pourroit être du feld-spath ou du schorl, qui non seulement sont très-fusibles par eux-mêmes, mais qui communiquent de la fusibilité aux substances dans lesquelles ils se trouvent incorporés.

[2] M. Jars ne dit pas si cette pierre bleue est vitreuse ou calcaire ; sa couleur bleue provient certainement du fer qui fait partie de sa substance, et je présume que sa fusibilité peut provenir du feld-spath

« actuellement dix mines en exploitation sur « trois filons bien distincts ; la plus profonde « de ces mines est exploitée jusqu'à quatre-« vingts toises de profondeur ; elle est, comme « toutes les autres, fort incommodée par les « eaux : on les exploite comme des carrières « de pierres dures, en faisant au jour de « très-grandes ouvertures. Le minéral est « très-attirable à l'aimant ; on lui donne sur « tous les autres la préférence pour être con-« verti en acier : on y trouve quelquefois de « l'asbeste. On exploite ces mines tant avec « la poudre à canon qu'avec de grands feux « de bois allumés, et l'on jette ce bois depuis

et du schorl qui s'y trouvent mêlés, et qu'elle ne contient point de substance calcaire à laquelle on pourroit attribuer sa fusibilité : ma présomption est fondée sur ce que cette mine descend jusqu'à quatre-vingts toises dans un terrain qui n'est environné que de granit, et où M. Jars ne dit pas avoir observé des bancs de pierre calcaire ; il me paroît donc que cette mine de Danemora est de première formation, comme celles de Presberget de Nordmarck, et que, quoiqu'elle soit plus fusible, elle ne contient que de la matière vitreuse, comme toutes les autres mines de fer primitives.

« le dessus de la grande ouverture. Après « l'extraction de ces pierres de fer en quar- « tiers plus ou moins gros, on en impôse de « deux pieds de hauteur sur une couche de « bois de sapin de deux pieds d'épaisseur, et « l'on couvre le minéral d'un pied et demi « de poudre de charbon, et ensuite on met le « feu au bois : le minéral, attendri par ce « grillage, est broyé sous un marteau ou « bocard, après quoi on le jette au fourneau « seul et sans addition de castine. »

Dans plusieurs endroits, les mines de fer en roche sont assez magnétiques pour qu'on puisse les trouver à la boussole ; cet indice est l'un des plus certains pour distinguer les mines de première formation par le feu, de celles qui n'ont ensuite été formées que par l'intermède de l'eau : mais de quelque manière et par quelque agent que ces mines aient été travaillées, l'élément du fer est toujours le même, et l'on peut, en y mettant tous les soins nécessaires, faire du bon fer avec les plus mauvaises mines ; tout dépend du traitement de la mine et du régime du feu, tant au fourneau de fusion qu'à l'affinerie.

Comme l'on sait maintenant fabriquer le fer dans presque toutes les parties du monde, nous pouvons donner ici l'énumération des mines de fer qui se travaillent actuellement chez tous les peuples policés. On connoît en France celles d'Allevard en Dauphiné, qui sont en masses concrètes, et qui donnent de très-bon fer et d'assez bon acier par la fonte, que l'on appelle *acier de rive*. « J'ai « vu, dit M. de Grignon, environ vingt filons « de mines spathiques dans les montagnes « d'Allevard ; il y en a qui ont six pieds et « plus de largeur sur une hauteur incom- « mensurable : ils marchent régulièrement « et sont presque tous perpendiculaires. On « donne le nom de *maillat* à ceux des filons « dont le minérai fond aisément et donne du « fer doux ; et l'on appelle *rive* les filons dont « le minérai est bien moins fusible et pro- « duit du fer dur. C'est avec le mélange d'un « tiers de *maillat* sur deux tiers de rive qu'on « fait fondre la mine de fer dont on fait « ensuite de bon acier connu sous le nom « d'*acier de rive*. »

Les mines du Berri, de la Champagne, de la Bourgogne, de la Franche-Comté, du

Nivernois, du Languedoc, et de quelques autres provinces de France, sont, pour la plupart, en rouille et en grains, et fournissent la plus grande partie des fers qui se consomment dans le royaume. En général, on peut dire qu'il y a en France des mines de fer de presque toutes les sortes : celles qui sont en masses solides se trouvent non seulement en Dauphiné, mais aussi dans le Roussillon, le comté de Foix, la Bretagne et la Lorraine; et celles qui sont en grains ou en rouille, se présentent en grand nombre dans presque toutes les autres provinces de ce royaume.

L'Espagne a aussi ses mines de fer, dont quelques unes sont en masses concrètes, qui se sont formées de la dissolution et du détriment des masses primitives ; d'autres qui fournissent beaucoup de vitriol ferrugineux, et qui paroissent être produites par l'intermède de l'eau chargée d'acide : il y en a d'autres en ocre et en grains dans plusieurs endroits de la Catalogne, de l'Arragon, etc.

En Italie, les mines de fer les plus célèbres sont celles de l'île d'Elbe ; on en a fait récemment de longues descriptions, qui néan-

moins sont assez peu exactes. Ces mines sont ouvertes depuis plusieurs siècles, et fournissent du fer à toutes les provinces méridionales de l'Italie.

Dans la Grande-Bretagne, il se trouve beaucoup de mines de fer; la disette de bois fait que depuis long-temps on se sert de charbon de terre pour les fondre : il faut que ce charbon soit épuré lorsqu'on veut s'en servir, sur-tout à l'affinerie; sans cette préparation, il rendroit le fer très-cassant. Les principales mines de fer de l'Ecosse sont près de la bourgade de Carron; celles de l'Angleterre se trouvent dans le duché de Cumberland et dans quelques autres provinces.

Dans le pays de Liége, les mines de fer sont presque toutes mêlées d'argille, et dans le comté de Namur elles sont au contraire mélangées de matière calcaire. La plupart des mines d'Alsace et de Suisse gisent aussi sur des pierres calcaires : toute la partie du mont Jura, qui commence aux confins du territoire de Schaffouse, et qui s'étend jusqu'au comté de Neufchâtel, offre en plusieurs endroits des indices certains de mines de fer.

Toutes les provinces d'Allemagne ont de

même leurs mines de fer, soit en roche, en grains, en ocre, en rouille ou en concrétions : celles de Stirie et de Carinthie, dont nous avons parlé, sont les plus fameuses ; mais il y en a aussi de très-riches dans le Tirol, la Bohème, la Saxe, le comté de Nassau-Siegen, le pays d'Hanovre, etc.

M. Guettard fait mention des mines de fer de la Pologne, et il en a observé quelques unes; elles sont pour la plupart en rouille, et se tirent presque toutes dans les marais ou dans les lieux bas; d'autres sont, dit-il, en petits morceaux ferrugineux, et celles qui se trouvent dans les collines sont aussi à peu près de même nature.

Les pays du Nord sont les plus abondans en mines de fer : les voyageurs assurent que la plus grande partie des terres de la Lapponie sont ferrugineuses. On a aussi trouvé des mines de fer en Islande et en Groenland.

En Moscovie, dans les Russies et en Sibérie, les mines de fer sont très-communes, et font aujourd'hui l'objet d'un commerce important; car on en transporte le fer en grande quantité dans plusieurs provinces de l'Asie et de l'Europe, et même jusque dans nos ports de France.

En Asie, le fer n'est pas aussi commun dans les parties méridionales que dans les contrées septentrionales. Les voyageurs disent qu'il y a très-peu de mines de fer au Japon, et que ce métal y est presque aussi cher que le cuivre : cependant à la Chine le fer est à bien plus bas prix ; ce qui prouve que les mines de ce dernier métal y sont en plus grande abondance.

On en trouve dans les contrées de l'Inde, à Siam, à Golconde et dans l'île de Ceylan. L'on connoît de même les fers de Perse, d'Arabie, et sur-tout les aciers fameux connus sous le nom de *damas*, que ces peuples savoient travailler avant même que nous eussions, en Europe, trouvé l'art de faire de bon acier.

En Afrique, les fers de Barbarie et ceux de Madagascar sont cités par les voyageurs ; il se trouve aussi des mines de fer dans plusieurs autres contrées de cette partie du monde, à Bambuk, à Congo, et jusque chez les Hottentots. Mais tous ces peuples, à l'exception des Barbaresques, ne savent travailler le fer que très-grossièrement ; et il n'y a ni forges ni fourneaux considérables dans

toute l'étendue de l'Afrique; du moins les relateurs ne font mention que des fourneaux nouvellement établis par le roi de Maroc, pour fondre des canons de cuivre et de fonte de fer.

Il y a peut-être autant de mines de fer dans le vaste continent de l'Amérique que dans les autres parties du monde; et il paroît qu'elles sont aussi plus abondantes dans les contrées du nord que dans celles du midi : nous avons même formé, dès le siècle précédent, des établissemens considérables de fourneaux et de forges dans le Canada, où l'on fabriquoit de très-bon fer. Il se trouve de même des mines de fer en Virginie, où les Anglois ont établi depuis peu des forges; et comme ces mines sont très-abondantes et se tirent aisément, et presque à la surface de la terre, dans toutes ces provinces qui sont actuellement sous leur domination, et que d'ailleurs le bois y est très-commun, ils peuvent fabriquer le fer à peu de frais; et ils ne désespèrent pas, dit-on, de fournir ce fer de l'Amérique au Portugal, à la Turquie, à l'Afrique, aux Indes orientales, et à tous les pays où s'étend leur commerce. Suivant les

voyageurs, on a aussi trouvé des mines de fer dans les climats plus méridionaux de ce nouveau continent, comme à Saint-Domingue, au Mexique, au Pérou, au Chili, à la Guiane et au Bresil; et cependant les Mexicains et les Péruviens, qui étoient les peuples les plus policés de ce continent, ne faisoient aucun usage du fer, quoiqu'ils eussent trouvé l'art de fondre les autres métaux; ce qui ne doit pas étonner, puisque dans l'ancien continent il existoit des peuples bien plus anciennement civilisés que ne pouvoient l'être les Américains, et que néanmoins il n'y a pas trois mille cinq cents ans que les Grecs ont, les premiers, trouvé les moyens de fondre la mine de fer, et de fabriquer ce métal dans l'île de Crète.

La matière du fer ne manque donc en aucun lieu du monde: mais l'art de la travailler est si difficile, qu'il n'est pas encore universellement répandu, parce qu'il ne peut être avantageusement pratiqué que chez les nations les plus policées, et où le gouvernement concourt à favoriser l'industrie; car, quoiqu'il soit physiquement très-possible de faire par-tout du fer de la meilleure qualité,

comme je m'en suis assuré par ma propre expérience, il y a tant d'obstacles physiques et moraux qui s'opposent à cette perfection de l'art, que dans l'état présent des choses on ne peut guère l'espérer.

Pour en donner un exemple, supposons un homme qui, dans sa propre terre, ait des mines de fer et des charbons de terre, ou des bois en plus grande quantité que les habitans de son pays ne peuvent en consommer : il lui viendra tout naturellement dans l'esprit l'idée d'établir des forges pour consumer ces combustibles, et tirer avantage de ses mines. Cet établissement, qui exige toujours une grosse mise de fonds, et qui demande autant d'économie dans la dépense que d'intelligence dans les constructions, pourroit rapporter à ce propriétaire environ dix pour cent, si la manutention en étoit administrée par lui-même. La peine et les soins qu'exige la conduite d'une telle entreprise, à laquelle il faut se livrer tout entier et pour long-temps, le forceront bientôt à donner à ferme ses mines, ses bois et ses forges ; ce qu'il ne pourra faire qu'en cédant moitié du produit : l'intérêt de sa mise se réduit dès lors à cinq au lieu

de dix pour cent. Mais le très-pesant impôt dont la fonte de fer est grevée au sortir du fourneau, diminue si considérablement le bénefice, que souvent le propriétaire de la forge ne tire pas trois pour cent de sa mise, à moins que des circonstances particulières et très-rares ne lui permettent de fabriquer ses fers à bon marché et de les vendre cher*. Un autre obstacle moral tout aussi opposé, quoiqu'indirectement, à la bonne fabrication de nos fers, c'est le peu de préférence

* J'ai établi dans ma terre de Buffon un haut fourneau avec deux forges : l'une a deux feux et deux marteaux, et l'autre a un feu et un marteau : j'y ai joint une fenderie, une double batterie, deux martinets, deux bocards, etc. Toutes ces constructions faites sur mon propre terrain et à mes frais, m'ont coûté plus de trois cent mille livres; je les ai faites avec attention et économie; j'ai ensuite conduit pendant douze ans toute la manutention de ces usines: je n'ai jamais pu tirer les intérêts de ma mise au denier vingt; et après douze ans d'expérience, j'ai donné à ferme toutes ces usines pour six mille cinq cents livres : ainsi je n'ai pas deux et demi pour cent de mes fonds, tandis que l'impôt en produit à très-peu près autant et sans mise de fonds à la caisse

qu'on donne aux bonnes manufactures, et le peu d'attention pour cette branche de commerce qui pourroit devenir l'une des plus importantes du royaume, et qui languit par la liberté de l'entrée des fers étrangers. Le mauvais fer se fait à bien meilleur compte que le bon, et cette différence est au moins du cinquième de son prix : nous ne ferons donc jamais que du fer de qualité médiocre, tant que le bon et le mauvais fer seront également grevés d'impôts, et que les étrangers nous apporteront, sans un impôt proportionnel, la quantité de bons fers dont on ne peut se passer pour certains ouvrages.

D'ailleurs les architectes et autres gens chargés de régler les mémoires des ouvriers qui emploient le fer dans les bâtimens et dans la construction des vaisseaux, ne font pas assez d'attention à la différente qualité des fers ; ils ont un tarif général et commun sur

du domaine. Je ne cite ces faits que pour mettre en garde contre des spéculations illusoires les gens qui pensent à faire de semblables établissemens, et pour faire voir en même temps que le gouvernement, qui en tire le profit le plus net, leur doit protection.

lequel ils règlent indistinctement le prix du fer, en sorte que les ouvriers qui l'emploient pour leur compte dédaignent le bon, et ne prennent que le plus mauvais et le moins cher : à Paris sur-tout, cette inattention fait que dans les bâtimens on n'emploie que de mauvais fers; ce qui en cause ou précipite la ruine. On sentira toute l'étendue de ce préjudice, si l'on veut se rappeler ce que j'ai prouvé par des expériences *; c'est qu'une barre de bon fer a non seulement plus de durée pour un long avenir, mais encore quatre ou cinq fois plus de force et de résistance actuelle qu'une pareille barre de mauvais fer.

Je pourrois m'étendre bien davantage sur les obstacles qui, par des réglemens mal entendus, s'opposent à la perfection de l'art des forges en France : mais, dans l'histoire naturelle du fer, nous devons nous borner à le considérer dans ses rapports physiques, en exposant non seulement les différentes formes sous lesquelles il nous est présenté par la Nature, mais encore toutes les différentes

* Voyez, Partie expérimentale, *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome V.

manières de traiter les mines et les fontes de fer pour en obtenir du bon métal. Ce point de vue physique, aujourd'hui contrarié par les obstacles moraux dont nous venons de parler, est néanmoins la base réelle sur laquelle on doit se fonder pour la conduite des travaux de cet art, et pour changer ou modifier les réglemens qui s'opposent à nos succès en ce genre.

Nous n'avons en France que peu de ces roches primordiales de fer, si communes dans les provinces du Nord, et dans lesquelles l'élément du fer est toujours mêlé et intimement uni avec une matière vitreuse. La plupart de nos mines de fer sont en petits grains ou en rouille, et elles se trouvent ordinairement à la profondeur de quelques pieds : elles sont souvent dilatées sur un assez grand espace de terrain, où elles ont été déposées par les anciennes alluvions des eaux avant qu'elles eussent abandonné la surface de nos continens. Si ces mines ne sont mêlées que de sables calcaires, un seul lavage ou deux suffiront pour les en séparer, et les rendre propres à être mises au fourneau : la portion de sable calcaire que l'eau n'aura pas emportée

servira de castine; il n'en faudra point ajouter, et la fusion de la mine sera facile et prompte : on observera seulement que quand la mine reste trop chargée de ce sable calcaire, et qu'on n'a pu l'en séparer assez en la lavant ou la criblant, il faut alors y ajouter au fourneau une petite quantité de terre limoneuse, qui, se convertissant en verre, fait fondre en même temps cette matière calcaire superflue, et ne laisse à la mine que la quantité nécessaire à sa fusion; ce qui fait la bonne qualité de la fonte.

Si ces mines en grains se trouvent au contraire mêlées d'argille fortement attachée à leurs grains, et qu'on a peine d'en séparer par le lavage, il faut le réitérer plusieurs fois, et donner à cette mine au fourneau une assez grande quantité de castine : cette matière calcaire facilitera la fusion de la mine en s'emparant de l'argille qui enveloppe le grain, et qui se fondra par ce mélange. Il en sera de même si la mine se trouve mêlée de petits cailloux; la matière calcaire accélérera leur fusion : seulement on doit laver, cribler et vanner ces mines, afin d'en séparer, autant qu'il est possible, les petits cailloux

qui souvent y sont en trop grande quantité.

J'ai suivi l'extraction et le traitement de ces trois sortes de mines : les deux premières étoient *en nappes*, c'est-à-dire, dilatées dans une assez grande étendue de terrain ; la dernière, mêlée de petits cailloux, étoit au contraire *en nids* ou en sacs, dans les fentes perpendiculaires des bancs de pierre calcaire. Sur une vingtaine de ces mines *ensachées* dans les rochers calcaires, j'ai constamment observé qu'elles n'étoient mêlées que de petits cailloux quartzeux, de calcédoines et de sables vitreux, mais point du tout de graviers ou de sables calcaires, quoique ces mines fussent environnées de tous côtés de bancs solides de pierres calcaires dont elles remplissoient les intervalles ou fentes perpendiculaires à d'assez grandes profondeurs, comme de cent, cent cinquante et jusqu'à deux cents pieds : ces fentes, toujours plus larges vers la superficie du terrain, vont toutes en se rétrécissant à mesure qu'on descend, et se terminent par la réunion des rochers calcaires dont les bancs deviennent continus au-dessous. Ainsi, quand ce sac de mine étoit vidé, on pouvoit examiner du haut en bas et de tous côtés les

parois de la fente qui la contenoit ; elles étoient de pierre purement calcaire, sans aucun mélange de mine de fer ni de petits cailloux : les bancs étoient horizontaux, et l'on voyoit évidemment que la fente perpendiculaire n'étoit qu'une disruption de ces bancs, produite par la retraite et le dessèchement de la matière molle dont ils étoient d'abord composés ; car la suite de chaque banc se trouvoit à la même hauteur de l'autre côté de la fente, et tous étoient de même parfaitement correspondans du haut jusqu'en bas de la fente.

J'ai de plus observé que toutes les parois de ces fentes étoient lisses et comme usées par le frottement des eaux, en sorte qu'on ne peut guère douter qu'après l'établissement de la matière des bancs calcaires par lits horizontaux, les fentes perpendiculaires ne se soient d'abord formées par la retraite de cette matière sur elle-même en se durcissant ; après quoi ces mêmes fentes sont demeurées vides, et leur intérieur, d'abord battu par les eaux, n'a reçu que dans des temps postérieurs les mines de fer qui les remplissent.

Ces transports paroissent être les derniers

ouvrages de la mer sur nos continens; elle a commencé par étendre les argilles et les sables vitreux sur la roche du globe, et sur toutes les matières solides et vitrifiées par le feu primitif; les schistes se sont formés par le dessèchement des argilles, et les grès par la réunion des sablons quartzeux; ensuite les poudres calcaires, produites par les débris des premiers coquillages, ont formé les bancs de pierre, qui sont presque toujours posés au-dessus des schistes et des argilles, et en même temps les détrimens des végétaux descendus des parties les plus élevées du globe ont formé les veines de charbons et de bitumes; enfin les derniers mouvemens de la mer, peu de temps avant d'abandonner la surface de nos collines, ont amené dans les fentes perpendiculaires des bancs calcaires ces mines de fer en grains qu'elle a lavés et séparés de la terre végétale, où ils s'étoient formés, comme nous l'avons expliqué*.

Nous observerons encore que ces mines qui

* Voyez, dans le tome X des *Matières générales*, l'article qui a pour titre, *de la Terre végétale*.

se trouvent *ensachées* dans les rochers calcaires, sont communément en grains plus gros que celles qui sont dilatées par couches sur une grande étendue de terrain*: elles n'ont de plus aucune suite, aucune autre correspondance entre elles que la direction de ces mêmes fentes, qui, dans les masses calcaires, ne suivent pas la direction générale de la colline, du moins aussi régulièrement que dans les montagnes vitreuses; en sorte que quand on a épuisé un de ces sacs de mine, l'on n'a souvent nul indice pour en trouver un autre. La boussole ne peut servir ici; car ces mines en grains ne font aucun effet sur l'aiguille aimantée, et la direction de la fente n'est qu'un guide incertain: car, dans la même colline, on trouve des fentes dont la plus grande dimension horizontale s'étend dans des directions très-différentes et quelquefois opposées; ce qui rend la recherche de ces mines très-équivoque et

* Ce n'est qu'en quelques endroits que l'on trouve de ces mines dilatées en gros grains sur une grande étendue de terrain. M. de Grignon en a reconnu quelques unes de telles en Franche-Comté.

leur produit si peu assuré, si contingent, qu'il seroit fort imprudent d'établir un fourneau dans un lieu où l'on n'auroit que de ces mines en sacs, parce que ces sacs étant une fois épuisés, on ne seroit nullement assuré d'en trouver d'autres : les plus considérables de ceux dont j'ai fait l'extraction, ne contenoient que deux ou trois mille muids de mine, quantité qui suffit à peine à la consommation du fourneau pendant huit ou dix mois. Plusieurs de ces sacs ne contenoient que quatre ou cinq cents muids, et l'on est toujours dans la crainte de n'en pas trouver d'autres après les avoir épuisés; il faut donc s'assurer s'il n'y a pas à proximité, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance du lieu où l'on veut établir un fourneau, d'autres mines en couches assez étendues pour pouvoir être moralement sûr qu'une extraction continuée pendant un siècle ne les épuisera pas : sans cette prévoyance, la matière métallique venant à manquer, tout le travail cesseroit au bout d'un temps, la forge périroit faute d'aliment, et l'on seroit obligé de détruire tout ce que l'on auroit édifié.

Au reste, quoique le fer se reproduise en

grains sous nos yeux dans la terre végétale, c'est en trop petite quantité pour que nous puissions en faire usage; car toutes les minières dont nous faisons l'extraction, ont été amenées, lavées et déposées par les eaux de la mer lorsqu'elle couvroit encore nos continens. Quelque grande que soit la consommation qu'on a faite et qu'on fait tous les jours de ces mines, il paroît néanmoins que ces anciens dépôts ne sont pas, à beaucoup près, épuisés, et que nous en avons en France pour un grand nombre de siècles, quand même la consommation doubleroit par les encouragemens qu'on devroit donner à nos fabrications de fer : ce sera plutôt la matière combustible qui manquera, si l'on ne donne pas un peu plus d'attention à l'épargne des bois, en favorisant l'exploitation des mines de charbon de terre.

Presque toutes nos forges et fourneaux ne sont entretenus que par du charbon de bois *;

* Les charbons de chêne, charme, hêtre et autres bois durs, sont meilleurs pour le fourneau de fusion; et ceux de tremble, bouleau et autres bois mous, sont préférables pour l'affinerie; mais

et comme il faut dix-huit à vingt ans d'âge au bois pour être converti en bon charbon, on doit compter qu'avec deux cent cinquante arpens de bois bien économisés, l'on peut faire annuellement six cents ou six cent cinquante milliers de fer : il faut donc pour l'entretien d'un pareil établissement, qu'il y ait au moins dix-huit fois deux cent cinquante ou quatre mille cinq cents arpens à portée, c'est-à-dire, à deux ou trois lieues de distance, indépendamment d'une quantité égale ou plus grande pour la consommation du pays. Dans toute autre position, l'on ne

il faut laisser reposer pendant quelques mois les charbons de bois durs. Le charbon de chêne employé à l'affinerie rend le fer cassant; mais au fourneau de fusion, c'est de tous les charbons celui qui porte le plus de mine : ensuite c'est le charbon de hêtre, celui de sapin, et celui de châtaignier, qui de tous en porte le moins, et doit être réservé, avec les bois blancs, pour l'affinerie. On doit tenir séchement et à couvert tous les charbons; ceux de bois blancs sur-tout s'altèrent à l'air et à la pluie dans très-peu de temps; le charbon des jeunes chênes, depuis dix-huit jusqu'à trente ans d'âge, est celui qui brûle avec le plus d'ardeur.

pourra faire que trois ou quatre cents milliers de fer par la rareté des bois; et toute forge qui ne produiroit pas trois cents milliers de fer par an, ne vaudroit pas la peine d'être établie ni maintenue : or c'est le cas d'un grand nombre de ces établissemens faits dans les temps où le bois étoit plus commun, où on ne le tiroit pas par le flottage des provinces éloignées de Paris, où enfin la population étant moins grande, la consommation du bois, comme de toutes les autres denrées, étoit moindre ; mais maintenant que toutes ces causes et notre plus grand luxe ont concouru à la disette du bois, on sera forcé de s'attacher à la recherche de ces anciennes forêts enfouies dans le sein de la terre, et qui, sous une forme de matière minérale, ont retenu tous les principes de la combustibilité des végétaux, et peuvent les suppléer non seulement pour l'entretien des feux et des fourneaux nécessaires aux arts, mais encore pour l'usage des cheminées et des poêles de nos maisons, pourvu qu'on donne à ce charbon minéral les préparations convenables.

Les mines en rouille ou en ocre, celles en

grains, et les mines spathiques ou en concrétions, sont les seules qu'on puisse encore traiter avantageusement dans la plupart de nos provinces de France, où le bois n'est pas fort abondant; car quand même on y découvriroit des mines de fer primitif, c'est-à-dire, de ces roches primordiales, telles que celles des contrées du Nord, dans lesquelles la substance ferrugineuse est intimement mêlée avec la matière vitreuse, cette découverte nous seroit peu utile, attendu que le traitement de ces mines exige près du double de consommation de matière combustible, puisqu'on est obligé de les faire griller au feu pendant quinze jours ou trois semaines, avant de pouvoir les concasser et les jeter au fourneau; d'ailleurs ces mines en roche, qui sont en masses très-dures, et qu'il faut souvent tirer d'une grande profondeur, ne peuvent être exploitées qu'avec de la poudre et de grands feux, qui les ramollissent ou les font éclater : nous aurions donc un grand avantage sur nos concurrens étrangers, si nous avions autant de matières combustibles; car avec la même quantité nous ferions le double de ce qu'ils peuvent faire, puisque l'opération

du grillage consomme presque autant de combustible que celle de la fusion ; et, comme je l'ai souvent dit, il ne tient qu'à nous d'avoir d'aussi bon fer que celui de Suède, dès qu'on ne sera pas forcé, comme on l'est aujourd'hui, de trop épargner le bois, ou que nous pourrons y suppleer par l'usage du charbon de terre épuré.

La bonne qualité du fer provient principalement du traitement de la mine avant et après sa mise au fourneau. Si l'on obtient une très-bonne fonte, on sera déja bien avancé pour faire d'excellent fer. Je vais indiquer, le plus sommairement qu'il me sera possible, les moyens d'y parvenir, et par lesquels j'y suis parvenu moi-même, quoique je n'eusse sous ma main que des mines d'une très-médiocre qualité.

Il faut s'attacher, dans l'extraction des mines en grains, aux endroits où elles sont les plus pures; si elles ne sont mêlées que d'un quart ou d'un tiers de matière étrangère, on doit encore les regarder comme bonnes : mais si ce mélange hétérogène est de deux tiers ou de trois quarts, il ne sera guère possible de les traiter avantageuse-

ment, et l'on fera mieux de les négliger et de chercher ailleurs; car il arrive toujours que, dans la même minière, dilatée sur une étendue de quelques lieues de terrain, il se trouve des endroits où la mine est beaucoup plus pure que dans d'autres, et de plus, la portion inférieure de la minière est communément la meilleure : au contraire, dans les minières qui sont en sacs perpendiculaires, la partie supérieure est toujours la plus pure, et on trouve la mine plus mélangée à mesure que l'on descend. Il faut donc choisir, et dans les unes et dans les autres, ce qu'elles auront de mieux, et abandonner le reste si l'on peut s'en passer.

Cette mine, extraite avec choix, sera conduite au lavoir pour en séparer toutes les matières terreuses que l'eau peut délayer, et qui entraînera aussi la plus grande partie des sables plus menus ou plus légers que les grains de la mine; seulement il faut être attentif à ne pas continuer le lavage dès qu'on s'apperçoit qu'il passe beaucoup de mine avec le sable *, ou bien il faut recevoir ce

* Ce seroit entrer dans un trop grand détail, que

sable mêlé de mine dans un dépôt d'où l'on puisse ensuite le tirer pour le cribler ou le vanner, afin de rendre la mine assez nette pour pouvoir la mêler avec l'autre. On doit de même cribler toute mine lavée qui reste encore chargée d'une trop grande quantité de sable ou de petits cailloux. En général, plus on épurera la mine par les lotions ou par le crible, et moins on consommera de combustible pour la fondre, et l'on sera plus que dédommagé de la dépense qu'on aura faite pour cette préparation de la mine par son produit au fourneau *.

de donner ici les proportions et les formes des différens lavoirs qu'on a imaginés pour nettoyer les mines de fer en grains, et les purger des matières étrangères, qui quelquefois sont tellement unies aux grains, qu'on a grande peine à les en détacher. Le lavoir foncé de fer et percé de petits trous, inventé par M. Robert, sera très-utile pour les mines ainsi mêlées de terre grasse et attachante; mais pour toutes les autres mines qui ne sont mélangées que de sable calcaire ou de petits cailloux vitreux, les lavoirs les plus simples suffisent et même doivent être préférés.

* Les cribles cylindriques, longs de quatre à

La mine épurée à ce point peut être confiée au fourneau avec certitude d'un bon produit en quantité et en qualité ; une livre et demie de charbon de bois suffira pour produire une livre de fonte, tandis qu'il faut une livre trois quarts et quelquefois jusqu'à deux livres de charbon lorsque la mine est restée trop impure : si elle n'est mêlée que de petits cailloux ou de sables vitreux, on fera bien d'y ajouter une certaine quantité de matière calcaire, comme d'un sixième ou d'un huitième par chaque charge, pour en faciliter la fusion ; si au contraire elle est trop mêlée de matière calcaire, on ajou-

cinq pieds sur dix-huit ou vingt pouces de diamètre, montés en fil de fer sur un axe à rayons, sont les plus expéditifs et les meilleurs ; j'en ai fait construire plusieurs et je m'en suis servi avec avantage : un enfant de dix ans suffit pour tourner ce crible, dans lequel le minérai coule par une trémie ; le sablon le plus fin tombe au-dessous de la tête du crible, les grains de mine tombent dans le milieu, et les plus gros sables et petits cailloux vont au-delà par l'effet de la force centrifuge : c'est de tous les moyens le plus sûr pour rendre la mine aussi nette qu'il est possible.

tera une petite quantité, comme d'un quinzième ou d'un vingtième, de terre limoneuse, ce qui suffira pour en accélérer la fusion.

Il y a beaucoup de forges où l'on est dans l'usage de mêler les mines de différentes qualités avant de les jeter au fourneau; cependant on doit observer que cette pratique ne peut être utile que dans des cas particuliers : il ne faut jamais mélanger une mine très-fusible avec une mine réfractaire, non plus qu'une mine en gros morceaux avec une mine en très-petits grains, parce que l'une se fondant en moins de temps que l'autre, il arrive qu'au moment de la coulée, la mine réfractaire ou celle qui est en gros morceaux n'est qu'à demi fondue; ce qui donne une mauvaise fonte dont les parties sont mal liées : il vaut donc mieux fondre seules les mines, de quelque nature qu'elles soient, que de les mêler avec d'autres qui seroient de qualités très-différentes. Mais comme les mines en grains sont à peu près de la même nature, la plus ou moins grande fusibilité de ces mines ne vient pas de la différente qualité des grains, et ne provient que de la nature

des terres et des sables qui y sont mêlés. Si ce sable est calcaire, la fonte sera facile; s'il est vitreux ou argilleux, elle sera plus difficile : on doit corriger l'un par l'autre lorsque l'on veut mélanger ces mines au fourneau ; quelques essais suffisent pour reconnoître la quantité qu'il faut ajouter de l'une pour rendre l'autre plus fusible. En général, le mélange de la matière calcaire à la matière vitreuse les rend bien plus fusibles qu'elles ne le seroient séparément.

Dans les mines en roche ou en masse, ces essais sont plus faciles ; il ne s'agit que de trouver celles qui peuvent servir de fondant aux autres. Il faut briser cette mine massive en morceaux d'autant plus petits qu'elle est plus réfractaire. Au reste, les mines de fer qui contiennent du cuivre doivent être rejetées, car elles ne donneroient que du fer très-cassant.

La conduite du fourneau demande tout autant et peut-être encore plus d'attention que la préparation de la mine. Après avoir laissé le fourneau s'échauffer lentement pendant trois ou quatre jours, en imposant successivement sur le charbon une petite quan-

tité de mine (environ cent livres pesant), on met en jeu les soufflets en ne leur donnant d'abord qu'un mouvement assez lent (de quatre ou cinq foulées par minute); on commence alors à augmenter la quantité de la mine, et l'on en met, pendant les deux premiers jours, deux ou trois mesures (d'environ soixante livres chacune) sur six mesures de charbon (d'environ quarante livres pesant), à chaque charge que l'on impose au fourneau; ce qui ne se fait que quand les charbons enflammés dont il est plein ont baissé d'environ trois pieds et demi. Cette quantité de charbon qu'on impose à chaque charge étant toujours la même, on augmentera graduellement celle de la mine d'une demi-mesure le troisième jour, et d'autant chaque jour suivant, en sorte qu'au bout de huit ou neuf jours on imposera la charge complète de six mesures de mine sur six mesures de charbon : mais il vaut mieux, dans le commencement, se tenir au-dessous de cette proportion que de se mettre au-dessus.

On doit avoir l'attention d'accélérer la vîtesse des soufflets en même proportion à peu près qu'on augmente la quantité de mine, et

l'on pourra porter cette vîtesse jusqu'à dix coups par minute, en leur supposant trente pouces de foulée, et jusqu'à douze coups si la foulée n'est que de vingt-quatre ou vingt-cinq pouces. Le régime du feu dépend de la conduite du vent, et de tous deux dépendent la célérité du travail et la fusion plus ou moins parfaite de la mine : aussi dans un fourneau bien construit tout doit-il être en juste proportion; la grandeur des soufflets, la largeur de l'orifice de leurs *buses*, doivent être réglées sur la capacité du fourneau : une trop petite quantité d'air feroit languir le feu, une trop grande le rendroit trop vif et dévorant; la fusion de la mine ne se feroit, dans le premier cas, que très-lentement et imparfaitement, et dans le second, la mine n'auroit pas le temps de se liquéfier; elle brûleroit en partie, au lieu de se fondre en entier.

On jugera du résultat de tous ces effets combinés par la qualité de la *matte* ou fonte de fer que l'on obtiendra. On peut couler toutes les neuf à dix heures; mais on fera mieux de mettre deux ou trois heures de plus entre chaque coulée : la mine en fusion tombe comme une pluie de feu dans le creu-

set, où elle se tient en bain, et se purifie d'autant plus qu'elle y séjourne plus de temps; les scories vitrifiées des matières étrangères dont elle étoit mêlée surnagent le métal fondu, et le défendent en même temps de la trop vive action du feu, qui ne manqueroit pas d'en calciner la surface. Mais comme la quantité de ces scories est toujours très-considérable, et que leur volume boursouflé s'éleveroit à trop de hauteur dans le creuset, on a soin de laisser couler et même de tirer cette matière superflue, qui n'est que du verre impur, auquel on a donné le nom de *laitier*, et qui ne contient aucune partie de métal lorsque la fusion de la mine se fait bien : on peut en juger par la nature même de ce laitier; car s'il est fort rouge, s'il coule difficilement, s'il est *poisseux* ou mêlé de mine mal fondue, il indiquera le mauvais travail du fourneau : il faut que ce laitier soit coulant et d'un rouge léger en sortant du fourneau; ce rouge que le feu lui donne s'évanouit au moment qu'il se refroidit, et il prend différentes couleurs suivant les matières étrangères qui dominoient dans le mélange de la mine.

On pourra donc toutes les douze heures obtenir une gueuse ou lingot d'environ deux milliers ; et si la fonte est bien liquide et d'une belle couleur de feu, sans être trop étincelante, on peut bien augurer de sa qualité : mais on en jugera mieux en l'examinant après l'avoir couverte de poussière de charbon, et l'avoir laissé refroidir au moule pendant six ou sept heures ; si le lingot est très-sonore, s'il se casse aisément sous la masse, si la matière en est blanche et composée de lames brillantes et de gros grains à facettes, on prononcera sans hésiter que cette fonte est de mauvaise ou du moins de très-médiocre qualité, et que, pour la convertir en bon fer, le travail ordinaire de l'affinerie ne seroit pas suffisant. Il faudra donc tâcher de corriger d'avance cette mauvaise qualité de la fonte par le traitement au fourneau : pour cela, on diminuera d'un huitième ou même d'un sixième la quantité de mine que l'on impose à chaque charge sur la même quantité de charbon, ce qui seul suffira pour changer la qualité de la fonte ; car alors on obtiendra des lingots moins sonores, dont la matière, au lieu d'être blanche et à gros

grains, sera grise et à petits grains serrés ; et si l'on compare la pesanteur spécifique de ces deux fontes, celle-ci pesera plus de cinq cents livres le pied cube, tandis que la première n'en pesera guère que quatre cent soixante-dix ou quatre cent soixante-quinze; et cette fonte grise à grains serrés donnera du bon fer au travail ordinaire de l'affinerie, où elle demandera seulement un peu plus de temps et de feu pour se liquéfier.

Il en coûte donc plus au fourneau et plus à l'affinerie pour obtenir du bon fer que pour en faire du mauvais, et j'estime qu'avec la même mine la différence peut aller à un quart en sus. Si la fabrication du mauvais fer coûte cent francs par millier, celle du bon fer coûtera cent vingt-cinq livres ; et malheureusement dans le commerce on ne paye guère que 10 livres de plus le bon fer, et souvent même on le néglige pour n'acheter que le mauvais. Cette différence seroit encore plus grande si l'on ne regagnoit pas quelque chose dans la conversion de la bonne fonte en fer; il n'en faut qu'environ quatorze cents pesant, tandis qu'il faut au moins quinze et souvent seize cents d'une mauvaise fonte

pour faire un millier de fer. Tout le monde pourroit donc faire de la bonne fonte et fabriquer du bon fer: mais l'impôt dont il est grevé force la plupart de nos maîtres de forges à négliger leur art, et à ne rechercher que ce qui peut diminuer la dépense et augmenter la quantité ; ce qui ne peut se faire qu'en altérant la qualité. Quelques uns d'entre eux, pour épargner la mine, s'étoient avisés de faire broyer les crasses ou scories qui sortent du foyer de l'affinerie, et qui contiennent une certaine quantité de fer intimement mêlé avec des matières vitrifiées ; par cette addition, ils trouvèrent d'abord un bénéfice considérable en apparence : le fourneau rendoit beaucoup plus de fonte ; mais elle étoit si mauvaise, qu'elle perdoit à l'affinerie ce qu'elle avoit gagné au fourneau, et qu'après cette perte, qui compensoit le bénéfice, ou plutôt le réduisoit à rien, il y avoit encore tout à perdre sur la qualité du fer, qui participoit de tous les vices de cette mauvaise fonte ; ce fer étoit si cendreux, si cassant, qu'il ne pouvoit être admis dans le commerce.

Au reste, le produit en fer que peut don-

ner la fonte, dépend aussi beaucoup de la manière de la traiter au feu de l'affinerie. « J'ai vu, dit M. de Grignon, dans des forges « du bas Limousin, faire avec la même fonte « deux sortes de fer : le premier, doux, d'ex- « cellente qualité et fort supérieur à celui « du Berri ; on y emploie quatorze cents « livres de fonte : le second est une combi- « naison de fer et d'acier pour les outils « *aratoires*, et l'on n'emploie que douze cents « livres de fonte pour obtenir un millier de « fer ; mais on consomme un sixième de « plus de charbon que pour le premier. Cette « différence ne provient que de la manière « de poser la tuyère, et de préserver le fer « du contact immédiat du vent ». Je pense qu'en effet, si l'on pouvoit, en affinant la fonte, la tenir toujours hors de la ligne du vent, et environnée de manière qu'elle ne fût point exposée à l'action de l'air, il s'en brûleroit beaucoup moins, et qu'avec douze cents ou tout au plus treize cents livres de fonte on obtiendroit un millier de fer.

La mine la plus pure, celle même dont on a trié les grains un à un, est souvent intimement mêlée de particules d'autres

métaux ou demi-métaux, et particulièrement de cuivre et de zinc. Ce premier métal, qui est fixe, reste dans la fonte; et le zinc, qui est volatil, se sublime ou se brûle.

La fonte blanche, sonore et cassante, que je réprouve pour la fabrique du bon fer, n'est guère plus propre à être moulée; elle se boursoufle au lieu de se condenser par la retraite, et se casse au moindre choc: mais la fonte blanchâtre et qui commence à tirer au gris, quoique très-dure et encore assez aigre, est très-propre à faire des colliers d'arbres de roues, des enclumes, et d'autres grosses masses qui doivent résister au frottement ou à la percussion. On en fait aussi des boulets et des bombes: elle se moule aisément et ne prend que peu de retraite dans le moule. On peut d'ailleurs se procurer à moindres frais cette espèce de fonte au moyen de simples fourneaux à réverbère *, sans

* C'est la pratique commune en plusieurs provinces de la Grande-Bretagne, où l'on fond et coule de cette manière les plus belles fontes moulées et des masses de plusieurs milliers en gros cylindres et autres formes. Nous pourrions de même faire

soufflets, et dans lesquels on emploie le charbon de terre plus ou moins épuré. Comme ce combustible donne une chaleur beaucoup plus forte que celle du charbon de bois, la mine se fond et coule dans ces fourneaux aussi promptement et en plus grande quantité que dans nos hauts fourneaux, et on a l'avantage de pouvoir placer ces fourneaux par-tout, au lieu qu'on ne peut établir que

usage de ces fourneaux dans les lieux où le charbon de terre est à portée. M. le marquis de Luchet m'a écrit qu'il avoit fait essai de cette méthode dans les provinces du comté de Nassau. « J'ai mis, dit-il, « dans un fourneau construit selon la méthode an- « gloise, cinq quintaux de mine de fer; et au bout « de huit heures, la mine étoit fondue ». Je suis convaincu de la vérité de ce fait, que M. de Luchet opposoit à un fait également vrai, et que j'ai rapporté. Voyez l'*Introduction à l'Histoire des minéraux,* tome IV des *Matières générales,* page 103. C'est que la mine de fer ne se fond point dans nos fourneaux de réverbère, même les plus puissans, tels que ceux de nos verreries et glaceries; la différence vient de ce qu'on la chauffe avec du bois, dont la chaleur n'est pas à beaucoup près aussi forte que celle du charbon de terre.

sur des courans d'eau nos grands fourneaux à soufflets : mais cette fonte faite au charbon de terre dans ces fourneaux de réverbère ne donne pas du bon fer, et les Anglois, tout industrieux qu'ils sont, n'ont pu jusqu'ici parvenir à fabriquer des fers de qualité même médiocre avec ces fontes, qui vraisemblablement ne s'épurent pas assez dans ces fourneaux ; et cependant j'ai vu et éprouvé moi-même qu'il étoit possible, quoiqu'assez difficile, de faire du bon fer avec de la fonte fondue au charbon de terre dans nos hauts fourneaux à soufflets, parce qu'elle s'y épure davantage que dans ceux de réverbère.

Cette fonte faite dans des fourneaux de réverbère peut utilement être employée aux ouvrages moulés : mais comme elle n'est pas assez épurée, on ne doit pas s'en servir pour les canons d'artillerie ; il faut, au contraire, la fonte la plus pure, et j'ai dit ailleurs * qu'avec des précautions et une bonne conduite au fourneau, on pouvoit épurer la

* Voyez, Partie expérimentale, tome VI, page 268, *Mémoire sur les moyens de perfectionner les canons de fonte de fer.*

fonte au point que les pièces de canon, au lieu de crever en éclats meurtriers, ne feroient que se fendre par l'effet d'une trop forte charge, et dès lors résisteroient sans peine et sans altération à la force de la poudre aux charges ordinaires.

Cet objet étant de grande importance, mérite une attention particulière. Il faut d'abord bannir le préjugé où l'on étoit, qu'il n'est pas possible de tenir la fonte de fer en fusion pendant plus de quinze ou vingt heures, qu'en la gardant plus long-temps elle se brûle, qu'elle peut aussi faire explosion, qu'on ne peut donner au creuset du fourneau une assez grande capacité pour contenir dix ou douze milliers de fonte, que ces trop grandes dimensions du creuset et de la cuve du fourneau en altéreroient ou même en empêcheroient le travail, etc.; toutes ces idées, quoique très-peu fondées, et pour la plupart fausses, ont été adoptées : on a cru qu'il falloit deux et même trois hauts fourneaux pour pouvoir couler une pièce de trente-six et même de vingt-quatre, afin de partager en deux ou même en trois creusets la quantité de fonte nécessaire, et ne la tenir en fusion que dix-

huit ou vingt heures. Mais, indépendamment des mauvais effets de cette méthode dispendieuse et mal conçue, je puis assurer que j'ai tenu pendant quarante-huit heures sept milliers de fonte en fusion dans mon fourneau, sans qu'il soit arrivé le moindre inconvénient, sans qu'elle ait bouillonné plus qu'à l'ordinaire, sans qu'elle se soit brûlée, etc. *, et que j'ai vu clairement que si

* Ayant fait part de mes observations à M. le vicomte de Morogues, et lui ayant demandé le résultat des expériences faites à la fonderie de Ruelle en Angoumois, voici l'extrait des réponses qu'il eut la bonté de me faire :

« On a fondu à Ruelle des canons de vingt-« quatre à un seul fourneau; le creuset devoit con-« tenir sept mille cinq cents ou huit mille de ma-« tière : la fusion de la fonte ne peut pas être égale « dans deux fourneaux différens, et c'est ce qui doit « déterminer à ne couler qu'à un seul fourneau.

« On emploie environ quarante-huit heures pour « la fusion de sept mille cinq cents ou huit mille de « matière pour un canon de vingt-quatre; et l'on « emploie vingt-trois à vingt-quatre heures pour la « fusion de trois mille cinq cents pour un canon de « huit : ainsi la fonte du gros canon ayant été le

la capacité du creuset, qui s'étoit fort augmentée par un feu de six mois, eût été plus grande, j'aurois pu y amasser encore autant

« double du temps dans le creuset, il est évident « qu'elle a dû se purifier davantage.

« Il n'est pas à craindre que la fonte se brûle, « lorsqu'elle est une fois en bain dans le creuset. A « la vérité, lorsqu'il y a trop de charbon, et par con-« séquent trop de feu et trop peu de mine dans le « fourneau, elle se brûle en partie au lieu de fondre « en entier; la fonte qui en résulte est brune, po-« reuse et bourrue, et n'a pas la consistance ni la « dureté d'une bonne fonte : seulement il faut avoir « attention que la fonte dans le bain soit toujours « couverte d'une certaine quantité de laitier. Cette « fonte bourrue dont nous venons de parler, est « douce et se fore aisément; mais, comme elle a « peu de densité et par conséquent de résistance, « elle n'est pas bonne pour les canons.

« La fonte grise à petits grains doit être préférée « à la fonte trop brune qui est trop tendre, et à la « fonte blanche à gros grains qui est trop dure et « trop impure.

« Il faut laisser le canon refroidir lentement dans « son moule, pour éviter la sorte de trempe qui « ne peut que donner de l'aigreur à la matière du

de milliers de matière en fusion, qui n'auroit rien souffert en la laissant toujours surmontée du laitier nécessaire pour la défendre de

« canon : bien des gens croient néanmoins que cette « surface extérieure, qui est la plus dure, donne « beaucoup de force au canon.

« Il n'y a pas long-temps que l'on tourne les « pièces de canon, et qu'on les coule pleines pour « les forer ensuite. L'avantage, en les coulant pleines, « est d'éviter les chambres qui se forment dans tous « les canons coulés à noyau. L'avantage de les « tourner consiste en ce qu'elles seront parfaite-« ment centrées et d'une épaisseur égale dans toutes « les parties correspondantes : le seul inconvénient « du tour est que les pièces sont plus sujettes à la « rouille que celles dont on n'a pas entamé la sur-« face.

« La plus grande difficulté est d'empêcher le ca-« non de s'arquer dans le moule; or le tour remé-« die à ce défaut et à tous ceux qui proviennent des « petites imperfections du moule.

« La première couche qui se durcit dans la fonte « d'un canon est la plus extérieure ; l'humidité et « la fraîcheur du moule lui donnent une trempe « qui pénètre à une ligne ou une ligne et demie dans « les pièces de gros calibre, et davantage dans ceux

la trop grande action du feu et du contact de l'air : cette fonte, au contraire, tenue pendant quarante-huit heures dans le creuset,

« de petit calibre, parce que leur surface est pro-
« portionnellement plus grande relativement à leur
« masse : or cette enveloppe trempée est plus cas-
« sante ; quoique plus dure que le reste de la ma-
« tière, elle ne lui est pas aussi bien intimement
« unie, et semble faire un cercle concentrique, assez
« distinct du reste de la pièce ; elle ne doit donc pas
« augmenter la résistance de la pièce. Mais si l'on
« craint encore de diminuer la résistance du canon
« en enlevant l'écorce par le tour, il n'y aura qu'à
« compenser cette diminution en donnant deux ou
« trois lignes de plus d'épaisseur au canon.

« On a observé que la matière est meilleure dans
« la culasse des pièces que dans les volées, et cette
« matière de la culasse est celle qui a coulé la pre-
« mière et qui est sortie du fond du creuset, et
« qui, par conséquent, a été tenue le plus long-
« temps en fusion ; au contraire la *masselotte* du
« canon, qui est la matière qui coule la der-
« nière, est d'une mauvaise qualité et remplie de
« scories.

« On doit observer que si l'on veut fondre du
« canon de vingt-quatre à un seul fourneau, il seroit

n'en étoit que meilleure et plus épurée; elle pesoit cinq cent douze livres le pied cube, tandis que les fontes grises ordinaires qu'on travailloit alors à mes forges, ne pesoient que quatre cent quatre-vingt-quinze livres, et que les fontes blanches ne pesoient que quatre cent soixante-douze livres le pied cube *. Il peut donc y avoir une différence

« mieux de commencer par ne donner au creuset « que les dimensions nécessaires pour couler du « dix-huit, et laisser agrandir le creuset par l'ac-« tion du feu, avant de couler du vingt-quatre, et « par la même raison on fera l'ouvrage pour cou-« ler du vingt-quatre, qu'on laissera ensuite agran-« dir pour couler du trente-six. »

* J'ai fait ces épreuves à une très-bonne et grande balance hydrostatique, sur des morceaux cubiques de fonte de quatre pouces, c'est-à-dire, de soixante-quatre pouces cubes, tous également tirés du milieu des gueuses, et ensuite ajustés par la lime à ces dimensions. M. Brisson, dans sa table des pesanteurs spécifiques, donne cinq cent quatre livres sept onces six gros de poids à un pied cube de fonte, cinq cent quarante-cinq livres deux onces quatre gros au fer forgé, et cinq cent quarante-sept livres quatre onces à l'acier.

de plus de trente-cinq livres par pied cube, c'est-à-dire, d'un douzième environ sur la pesanteur spécifique de la fonte de fer; et comme sa résistance est tout au moins proportionnelle à sa densité, il s'ensuit que les pièces de canon de cette fonte dense résisteront à la charge de douze livres de poudre, tandis que celles de fonte blanche et légère éclateront par l'effort d'une charge de dix à onze livres. Il en est de même de la pureté de la fonte : elle est, comme sa résistance, plus que proportionnelle à sa densité; car ayant comparé le produit en fer de ces fontes, j'ai vu qu'il falloit quinze cent cinquante des premières, et seulement treize cent vingt de la fonte épurée qui pesoit cinq cent douze livres le pied cube, pour faire un millier de fer.

Quelque grande que soit cette différence, je suis persuadé qu'elle pourroit l'être encore plus, et qu'avec un fourneau construit exprès pour couler du gros canon, dans lequel on ne verseroit que de la mine bien préparée, et à laquelle on donneroit en effet quarante-huit heures de séjour dans le creuset avec un feu toujours égal, on obtiendroit de la

fonte encore plus dense, plus résistante, et qu'on pourroit parvenir au point de la rendre assez métallique pour que les pièces, au lieu de crever en éclats, ne fissent que se fendre, comme les canons de bronze, par une trop forte charge.

Car la fonte n'est dans le vrai qu'une *matte* de fer plus ou moins mélangée de matières vitreuses : il ne s'agiroit donc que de purger cette matte de toutes les parties hétérogènes, et l'on auroit du fer pur ; mais comme cette séparation des parties hétérogènes ne peut se faire complétement par le feu du fourneau, et qu'elle exige de plus le travail de l'homme et la percussion du marteau, tout ce que l'on peut obtenir par le régime du feu le mieux conduit, le plus long-temps soutenu, est une fonte en régule encore plus épurée que celle dont je viens de parler. Il faut pour cela briser en morceaux cette première fonte, et la faire refondre. Le produit de cette seconde fusion sera du régule, qui est une matière mitoyenne entre la fonte et le fer. Ce régule approche de l'état de métallisation ; il est un peu ductile, ou du moins il n'est ni cassant, ni aigre, ni poreux, comme la fonte ordi-

naire; il est au contraire très-dense, très-compacte, très-résistant, et par conséquent très-propre à faire de bons canons.

C'est aussi le parti que l'on vient de prendre pour les canons de notre marine On casse en morceaux les vieux canons ou les gueuses de fonte, on les refond dans des fourneaux d'aspiration à réverbère : la fonte s'épure et se convertit en régule par cette seconde fusion. On a confié la direction de ce travail à M. Wilkinson, habile artiste anglois, qui a très-bien réussi. Quelques autres artistes françois ont suivi la même méthode avec succès, et je suis persuadé qu'on aura dorénavant d'excellens canons, pourvu qu'on ne s'obstine pas à les tourner; car je ne puis être ici de l'avis de M. le vicomte de Morogues [1], dont néanmoins je respecte les lumières, et je pense qu'en enlevant par le tour l'écorce du canon, on lui ôte sa cuirasse, c'est-à-dire, la partie la plus dure et la plus résistante de toute sa masse [2].

[1] Voyez la note précédente.

[2] Voici ce que m'a écrit à ce sujet M. de la Belouze, conseiller au parlement de Paris, qui a fait

Cette fonte refondue, ou ce régule de fer, pèse plus de cinq cent trente livres le pied cube; et comme le fer forgé pèse cinq cent

des expériences et des travaux très-utiles dans ses forges du Nivernois: « Vous regardez, monsieur, « comme fait certain, que la fonte la plus dense est « la meilleure pour faire des canons; j'ai hésité « long-temps sur cette vérité, et j'avois pensé d'a- « bord que la fonte première, comme étant plus « légère et conséquemment plus élastique, cédant « plus facilement à l'impulsion de la poudre, de- « vroit être moins sujette à casser que la fonte se- « conde, c'est-à-dire, la fonte refondue qui est beau- « coup plus pesante.

« Je n'ai décidé le sieur Frerot à les faire de fonte « refondue que parce qu'en Angleterre on ne les « fait que de cette façon; cependant en France on « ne les fond que de fonte première........ La fonte « refondue est beaucoup plus pesante; car elle pèse « cinq cent vingt à cinq cent trente livres, au lieu « que l'autre ne pèse que cinq cents livres le pied « cube.....

« Vous avez grande raison, monsieur, de dire « qu'il ne faut pas tourner les canons... . La partie « extérieure des canons, c'est-à-dire l'enveloppe, « est toujours la plus dure, et ne se fond jamais au

quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres, et que la meilleure fonte ne pèse que cinq cent douze, on voit que le régule est

« fourneau de réverbère, et sans le ringard on re-« tireroit presque les pièces figurées comme elles « étoient lorsqu'on les a mises au fourneau. Cette « enveloppe se convertit presque toute en fer à l'af-« finerie; car avec onze cents ou onze cent cin-« quante livres de fonte on fait un millier de très-« bon fer.... tandis qu'il faut quatorze cents ou « quinze cents livres de notre fonte première pour « avoir un millier de fer.....

« Vous desireriez, monsieur, qu'on pût couler « les canons avec la fonte d'un seul fourneau; mais « le poids en est trop considérable, et je ne crois « pas que le sieur Wilkinson les coule à Indret avec « le jet d'un seul fourneau, sur-tout pour les canons « de vingt-quatre. Le sieur Frerot ne coule que des « canons de dix-huit avec le jet de deux fourneaux « de pareille grandeur et dans la même exposition; « il coule avec un seul fourneau les canons de douze: « mais il a toujours un fourneau pres de la fonte, « duquel il peut se servir pour achever le canon; « et le surplus de la fonte du second fourneau s'em-« ploie à couler de petits canons; on ne fait pour cela « que détourner le jet lorsque le plus gros canon est « coulé. »

dans l'état intermédiaire et moyen entre la fonte et le fer. On peut donc être assuré que les canons faits avec ce regule non seulement résisteront à l'effort des charges ordinaires, mais qu'ayant en même temps un peu de ductilité, ils se fondront au lieu d'éclater à de trop fortes charges.

On doit préférer ces nouveaux fourneaux d'aspiration à nos fourneaux ordinaires, parce qu'il ne seroit pas possible de refondre la fonte en gros morceaux dans ces derniers, et qu'il y a un grand avantage à se servir des premiers, que l'on peut placer où l'on veut, et sur des plans élevés, où l'on a la facilité de creuser des fosses profondes pour établir le moule du canon sans craindre l'humidité ; d'ailleurs il est plus court et plus facile de réduire la fonte en régule par une seconde fusion que par un très-long séjour dans le creuset des hauts fourneaux : ainsi l'on a très-bien fait d'adopter cette méthode pour fondre les pièces d'artillerie de notre marine *.

* La fonderie royale que le ministre de la marine vient de faire établir près de Nantes en Bre-

La fonte épurée autant qu'elle peut l'être dans un creuset, ou refondue une seconde fois, devient donc un régule qui fait la nuance ou l'état mitoyen entre la fonte et le fer : ce régule, dans sa première fusion, coule à peu près comme la fonte ordinaire; mais lorsqu'il est une fois refroidi, il devient presque aussi infusible que le fer. Le feu des volcans a quelquefois formé de ces régules de fer, et c'est ce que les minéralogistes ont appelé mal-à-propos *fer natif;* car, comme nous l'avons dit, le fer de nature est toujours mêlé de matières vitreuses, et n'existe que dans les roches ferrugineuses produites par le feu primitif.

La fonte de fer tenue très-long-temps dans le creuset, sans être agitée et remuée de temps en temps, forme quelquefois des boursouflures ou cavités dans son intérieur, où la matière se crystallise*. M. de Grignon est le premier

tagne, démontre la supériorité de cette méthode sur toutes celles qui étoient en usage auparavant, et qui étoient sujettes aux inconvéniens dont nous venons de faire mention.

* J'ai fait un essai sur la crystallisation de la fonte de fer, que je crois devoir rapporter ici. Cet essai a

qui ait observé ces crystallisations du régule

été fait, dans un très grand creuset de molybdène, sur une masse d'environ deux cent cinquante livres de fonte : on avoit pratiqué vers le bas de ce creuset un trou de huit à neuf lignes de diamètre, que l'on avoit ensuite bouché avec de la terre de coupelle : ce creuset fut placé sur une grille et entouré au bas de charbons ardens, tandis que la partie supérieure étoit défendue de la chaleur par une table circulaire de brique; on remplit ensuite le creuset de fonte liquide; et quand la surface supérieure de cette fonte, qui étoit exposée à l'air, eut pris de la consistance, on ouvrit promptement le bas du creuset : il coula d'un seul jet plus de moitié de la fonte encore rouge, et qui laissa une grande cavité dans l'intérieur de toute la masse. Cette cavité se trouva hérissée de très-petits crystaux, dans lesquels on distinguoit, à la loupe, des faces disposées en octaèdres : mais la plupart étoient comme des trémies creuses, puisqu'avec une barbe de plume elles se détachoient et tomboient en petits feuillets comme les mines de fer micacées; ce qui néanmoins est éloigné des belles crystallisations de M. de Grignon, et annonce que, dans cette opération, le refroidissement fut encore trop prompt; car, il est bon de le répéter, ce n'est que par un refroidissement très-lent que la fonte en fusion peut prendre une forme crystallisée.

de fer, et l'on a reconnu depuis que tous les métaux et les régules des demi-métaux se crystallisoient de même à un feu bien dirigé et assez long-temps soutenu, en sorte qu'on ne peut plus douter que la crystallisation, prise généralement, ne puisse s'opérer par l'élément du feu comme par celui de l'eau.

Le fer est de tous les métaux celui dont l'état varie le plus; tous les fluides, à l'exception du mercure, l'attaquent et le rongent; l'air sec produit à sa surface une rouille légère, qui, en se durcissant, fait l'effet d'un vernis impénétrable et assez ressemblant au vernis des bronzes antiques; l'air humide forme une rouille plus forte et plus profonde, de couleur d'ocre; l'eau produit avec le temps, sur le fer qu'on y laisse plongé, une rouille noire et légère. Toutes les substances salines font de grandes impressions sur ce métal, et le convertissent en rouille: le soufre fait fondre en un instant le fer rouge de feu, et le change en pyrite. Enfin l'action du feu détruit le fer, ou du moins l'altère, dès qu'il a pris sa parfaite métallisation: un feu très-véhément le vitrifie; un feu moins violent, mais long-temps continué, le réduit en col-

cotar pulvérulent; et lorsque le feu est à un moindre degré, il ne laisse pas d'attaquer à la longue la substance du fer, et en réduit la surface en lames minces et en écailles. La fonte de fer est également susceptible de destruction par les mêmes élémens; cependant l'eau n'a pas autant d'action sur la fonte que sur le fer, et les plus mauvaises fontes, c'est-à-dire, celles qui contiennent le plus de parties vitreuses, sont celles sur lesquelles l'air humide et l'eau font le moins d'impression.

Après avoir exposé les différentes qualités de la fonte de fer, et les différentes altérations que la seule action du feu peut lui faire subir jusqu'à sa destruction, il faut reprendre cette fonte au point où notre art la convertit en une nouvelle matière que la Nature ne nous offre nulle part sous cette forme, c'est-à-dire, en fer et en acier, qui, de toutes les substances métalliques, sont les plus difficiles à traiter, et doivent, pour ainsi dire, toutes leurs qualités à la main et au travail de l'homme : mais ce sont aussi les matières qui, comme par dédommagement, lui sont les plus utiles et plus nécessaires que tous les

autres métaux, dont les plus précieux n'ont de valeur que par nos conventions, puisque les hommes qui ignorent cette valeur de convention donnent volontiers un morceau d'or pour un clou. En effet, si l'on estime les matières par leur utilité physique, le sauvage a raison; et si nous les estimons par le travail qu'elles coûtent, nous trouverons encore qu'il n'a pas moins raison. Que de difficultés à vaincre! que de problêmes à résoudre! combien d'arts accumulés les uns sur les autres ne faut-il pas pour faire ce clou ou cette épingle dont nous faisons si peu de cas! D'abord de toutes les substances métalliques la mine de fer est la plus difficile à fondre*: il s'est passé

* Il y a quelques mines de cuivre pyriteuses qui sont encore plus longues à traiter que la mine de fer; il faut neuf ou dix grillages préparatoires à ces mines de cuivre pyriteuses, avant de les réduire en *mattes*, et faire subir à cette matte l'action successive de trois, quatre et cinq feux avant d'obtenir du cuivre noir; enfin il faut encore fondre et purifier ce cuivre noir, avant qu'il devienne cuivre rouge, et tel qu'on puisse le verser dans le commerce: ainsi certaines mines de cuivre exigent encore plus de travail que les mines de fer pour

bien des siècles avant qu'on en ait trouvé les moyens. On sait que les Péruviens et les Mexicains n'avoient en ouvrages travaillés que de l'or, de l'argent, du cuivre, et point de fer; on sait que les armes des anciens peuples de l'Asie n'étoient que de cuivre, et tous les auteurs s'accordent à donner l'importante découverte de la fusion de la mine de fer aux habitans de l'île de Crète, qui, les premiers, parvinrent aussi à forger le fer dans les cavernes du mont Ida, quatorze cents ans environ avant l'ère chrétienne. Il faut en effet un feu violent et en grand volume pour fondre la mine de fer et la faire couler en lingots, et il faut un second feu tout aussi violent pour ramollir cette fonte; il faut en même temps la travailler avec des ringards de fer avant de la porter sous le marteau pour la forger et en faire du fer; en sorte qu'on n'imagine pas trop comment ces Crétois, premiers inventeurs du fer forgé, ont pu travailler leurs fontes, puisqu'ils n'a-

être réduites en métal ; mais ensuite le cuivre se prête bien plus aisément que le fer à toutes les formes qu'on veut lui donner.

voient pas encore d'outils de fer. Il est à croire qu'après avoir ramolli les fontes au feu, ils les ont de suite portées sous le marteau, où elles n'auront d'abord donné qu'un fer très-impur, dont ils auront fabriqué leurs premiers instrumens ou ringards, et qu'ayant ensuite travaillé la fonte avec ces instrumens, ils seront parvenus peu à peu au point de fabriquer du vrai fer: je dis peu à peu; car, lorsqu'après ces difficultés vaincues on a forgé cette barre de fer, ne faut-il pas ensuite la ramollir encore au feu pour la couper sous des tranchans d'acier et la séparer en petites verges? ce qui suppose d'autres machines, d'autres fourneaux, puis enfin un art particulier pour réduire ces verges en clous, et un plus grand art si l'on veut en faire des épingles. Que de temps, que de travaux successifs ce petit exposé ne nous offre-t-il pas! Le cuivre, qui, de tous les métaux après le fer, est le plus difficile à traiter, n'exige pas à beaucoup près autant de travaux et de machines combinées: comme plus ductile et plus souple, il se prête à toutes les formes qu'on veut lui donner; mais on sera toujours étonné que d'une

terre métallique, dont on ne peut faire avec le feu le plus violent qu'une fonte aigre et cassante, on soit parvenu, à force d'autres feux et de machines appropriées, à tirer et réduire en fils déliés cette matière revêche, qui ne devient métal et ne prend de la ductilité que sous les efforts de nos mains.

Parcourons, sans trop nous arrêter, la suite des opérations qu'exigent ces travaux. Nous avons indiqué ceux de la fusion des mines : on coule la fonte en gros lingots ou gueuses dans un sillon de quinze à vingt pieds de longueur sur sept à huit pouces de profondeur, et ordinairement on les laisse se coaguler et se refroidir dans cette espèce de moule qu'on a soin d'humecter auparavant avec de l'eau; les surfaces inférieures du lingot prennent une trempe par cette humidité, et sa surface supérieure se trempe aussi par l'impression de l'air. La matière en fusion demeure donc encore liquide dans l'intérieur du lingot, tandis que ses faces extérieures ont déja pris de la solidité par le refroidissement : l'effort de cette chaleur, beaucoup plus forte en dedans et au centre qu'à la circonférence du lingot, le force à

se courber, sur-tout s'il est de fonte blanche; et cette courbure se fait dans le sens où il y a le moins de résistance, c'est-à-dire en haut, parce que la résistance est moindre qu'en bas et vers les côtés. On peut voir dans mes Mémoires * combien de temps la matière reste liquide à l'intérieur après que les surfaces se sont consolidées.

D'ordinaire on laisse la gueuse ou lingot se refroidir au moule pendant six ou sept heures, après quoi on l'enlève, et on est obligé de le faire peser pour payer un droit très-onéreux d'environ six livres quinze sous par millier de fonte; ce qui fait plus de dix livres par chaque millier de fer : c'est le double du salaire de l'ouvrier, auquel on ne paye que cinq livres pour la façon d'un millier de fer; et d'ailleurs ce droit que l'on perçoit sur les fontes, cause encore une perte réelle et une grande gêne par la nécessité où l'on est de laisser refroidir le lingot pour le peser, ce que l'on ne peut faire tant qu'il est rouge de feu; au lieu qu'en le tirant du

* Voyez le *Mémoire sur la fusion des mines de fer*, tome VI, page 207.

moule au moment qu'il est consolidé, et le mettant sur des rouleaux de pierre pour entrer encore rouge au feu de l'affinerie, on épargneroit tout le charbon que l'on consomme pour le réchauffer à ce point lorsqu'il est refroidi. Or un impôt qui non seulement grève une propriété d'industrie qui devroit être libre, telle que celle d'un fourneau, mais qui gêne encore le progrès de l'art, et force en même temps à consommer plus de matière combustible qu'il ne seroit nécessaire; cet impôt, dis-je, a-t-il été bien assis, et doit-il subsister sous une administration éclairée?

Après avoir tiré du moule le lingot refroidi, on le fait entrer, par l'une de ses extrémités, dans le feu de l'affinerie, où il se ramollit peu à peu, et tombe ensuite par morceaux, que le forgeron réunit et pétrit avec des ringards, pour en faire une loupe de soixante à quatre-vingts livres de poids: dans ce travail, la matière s'épure et laisse couler des scories par le fond du foyer. Enfin, lorsqu'elle est assez pétrie, assez maniée et chauffée jusqu'au blanc, on la tire du feu de l'affinerie avec de grandes tenailles, et on la

jette sur le sol pour la frapper de quelques coups de masse, et en séparer, par cette première percussion, les scories qui souvent s'attachent à sa surface, et en même temps pour en rapprocher toutes les parties intérieures, et les préparer à recevoir la percussion plus forte du gros marteau, sans se détacher ni se séparer; après quoi on porte avec les mêmes tenailles cette loupe sous un marteau de sept à huit cents livres pesant, et qui peut frapper jusqu'à cent dix et cent vingt coups par minute, mais dont on ménage le mouvement pour cette première fois, où il ne faut que comprimer la masse de la loupe par des coups assez lents : car, dès qu'elle a perdu son feu vif et blanc, on la reporte au foyer de l'affinerie pour lui donner une seconde chaude; elle s'y épure encore, et laisse couler de nouveau quelques scories; et lorsqu'elle est une seconde fois chauffée à blanc, on la porte de même du foyer sur l'enclume, et on donne au marteau un mouvement de plus en plus accéléré, pour étendre cette pièce de fer en une barre ou bande, qu'on ne peut achever que par une troisième, quatrième, et quelquefois une cinquième chaude. Cette

percussion du marteau purifie la fonte en faisant sortir au dehors les matières étrangères dont elle étoit encore mêlée, et elle rapproche en même temps, par une forte compression, toutes les parties du métal, qui, quand il est pur et bien traité, se présente en fibres nerveuses toutes dirigées dans le sens de la longueur de la barre, mais qui n'offre au contraire que de gros grains ou des lames à facettes, lorsqu'il n'a pas été assez épuré, soit au fourneau de fusion, soit au foyer de l'affinerie; et c'est par ces caractères très-simples que l'on peut toujours distinguer les bons fers des mauvais en les faisant casser; ceux-ci se brisent au premier coup de masse, tandis qu'il en faut plus de cent pour casser une pareille bande de fer nerveux, et que souvent même il faut l'entamer avec un ciseau d'acier pour la rompre.

Le fer une fois forgé devient d'autant plus difficile à refondre, qu'il est plus pur et en plus gros volume; car on peut assez aisément faire fondre les vieilles ferrailles réduites en plaques minces ou en petits morceaux. Il en est de même de la limaille ou des écailles de fer; on peut en faire d'excellent fer, soit

pour le tirer en fil d'archal, soit pour en faire des canons de fusil, ainsi qu'on le pratique depuis long-temps en Espagne. Comme c'est un des emplois du fer qui demande le plus de précaution, et que l'on n'est pas d'accord sur la qualité des fers qu'il faut préférer pour faire de bons canons de fusil, j'ai tâché de prendre sur cela des connoissances exactes, et j'ai prié M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie, et inspecteur des armes à Charleville et Maubeuge, de me communiquer ce que sa longue expérience lui avoit appris à ce sujet. On verra dans la note ci-dessous *, que les canons de fusil ne doivent

* Le fer qui passe pour le plus excellent, c'est-à-dire, d'une belle couleur blanche tirant sur le gris, entièrement composé de nerfs ou de couches horizontales, sans mélange de grains, est de tous les fers celui qui convient le moins : observons d'abord qu'on chauffe la barre à blanc pour en faire la macquette, qui est chauffée à son tour pour faire la lame à canon; cette lame est ensuite roulée dans sa longueur, et chauffée blanche à chaque pouce et demi deux ou trois fois, et souvent plus, pour souder le canon: que peut-il résulter de toutes ces chaudes ainsi multipliées sur chaque point, et qui

pas être faits, comme on pourroit l'imaginer, avec du fer qui auroit acquis toute sa perfection, mais seulement avec du fer qui

sont indispensables? Nous avons supposé le fer parfait et tout de nerf; s'il est parfait, il n'a plus rien à gagner, et l'action d'un feu aussi violent ne peut que lui faire perdre de sa qualité, qu'il ne reprend jamais en entier, malgré le recuit qu'on lui donne. Je conçois donc que le feu, dirigé par le vent des soufflets, coupe les nerfs en travers, qui deviennent des grains d'une espèce d'autant plus mauvaise que le fer a été chauffé blanc plus souvent, et par conséquent plus desséché : j'ai fait quelques expériences qui confirment bien cette opinion. Ayant fait tirer plusieurs lames à canon du quarré provenu de la loupe à l'affinerie, et les ayant cassées à froid, je les trouvai toutes de nerf et de la plus belle couleur; je fis faire un morceau de barre à la suite du même lopin, duquel je fis faire des lames à canon, qui, cassées à froid, se trouvèrent mi-parties de nerfs et de grains; ayant fait tirer une barre du reste du quarré, je la pliai à un bout et la corroyai, et en ayant fait faire des macquettes et ensuite des lames, elles ne présentèrent plus que des grains à leur fracture et d'une qualité médiocre....

Étant aux forges de Mouzon, je fis faire une

puisse encore en acquérir par le feu qu'il doit subir pour prendre la forme d'un canon de fusil.

macquette et une lame au bout d'une barre de fer, presque toutes d'un bon grain avec très-peu de nerf: l'extrémité de la lame cassée à froid a paru mêlée de beaucoup de nerf, et le canon qui en a été fabriqué a plié comme de la baleine; on ne l'a cassé qu'à l'aide du ciselet et avec la plus grande difficulté: la fracture étoit toute de nerf.

Ayant vu un canon qui cassa comme du verre en le frappant sur une enclume, et qui montroit en totalité de très-gros et vilains grains sans aucune partie de nerf, on m'a présenté la barre avec laquelle la macquette et la lame qui avoient produit ce canon avoient été faites, laquelle étoit entièrement de très-beau nerf; on a tiré une macquette au bout de cette barre sans la plier et corroyer, laquelle s'est trouvée de nerf avec un peu de grain; ayant plié et corroyé le reste de cette barre dont on fit une macquette, elle a montré moins de nerf et plus de grains que celle qui n'avoit pas été corroyée. Suivons cette opération: la barre étoit toute de nerf; la macquette tirée au bout sans la doubler avoit déja un peu de grains; celle tirée de la même barre pliée et corroyée avoit encore plus de grains, et

Mais revenons au fer qui vient d'être forgé, et qu'on veut préparer pour d'autres usages encore plus communs : si on le destine à être fendu dans sa longueur pour en faire des clous et autres menus ouvrages, il faut que les bandes n'aient que de cinq à huit lignes d'épaisseur, sur vingt-cinq à trente de largeur ; on met ces bandes de fer dans un four-

enfin un canon provenant de cette barre pliée et corroyée étoit tout de grains larges et brillans comme le mauvais fer, et elle a cassé comme du verre. Néanmoins je ne prétends pas conclure de ce que je viens d'avancer, qu'on doive préférer pour la fabrication des canons de fusil, le fer aigre et cassant; je suis bien loin de le penser : mais je crois pouvoir assurer, d'après un usage journalier et constant, que le fer le plus propre à cette fabrication est celui qui présente, en le cassant à froid, le tiers ou la moitié de nerf, et les deux autres tiers ou la moitié de grains d'une bonne espèce, petits, sans ressembler à ceux de l'acier, et blancs en tirant sur le gris; la partie nerveuse se détruit ou s'altère aux différens feux successifs que le fer essuie sur chaque point, et la partie de grain devient nerveuse en s'étendant sous le marteau, et remplace l'autre.

Les axes de fer qui supportent nos meules de

neau de réverbère qu'on chauffe au feu de bois; et lorsqu'elles ont acquis un rouge vif de feu, on les tire du fourneau et on les fait passer, les unes après les autres, sous les *espatards* ou cylindres pour les applatir, et ensuite sous des taillans d'acier, pour les fendre en longues verges quarrées de trois, cinq et six lignes de grosseur. Il se fait une prodigieuse consommation de ce fer en verge,

grès, pesant sept à huit milliers, étant faits de différentes mises rapportées et soudées les unes d'après les autres, on a grand soin de mélanger, pour les fabriquer, des fers de grains et de nerf : si on n'employoit que celui de nerf, il n'y a point d'axe qui ne cassât.

Le canon de fusil qui résulte du fer ainsi miparti de grains et de nerf, est excellent et résistera à de très-vives épreuves.... Si on a des ouvrages à faire avec du fer préparé en échantillon, de manière que quelques chaudes douces suffisent pour fabriquer la pièce, le fer de nerf doit être préféré à tous les autres, parce qu'on ne risque pas de l'altérer par des chaudes vives et répétées, qui sont nécessaires pour souder. (*Note communiquée par M. de Montbeillard, lieutenant-colonel d'artillerie.*)

et il y a plusieurs forges en France où l'on en fait annuellement quelques centaines de milliers. On préfère pour le feu de ce fourneau ou four de fenderie, les bois blancs et mous aux bois de chêne et autres bois durs, parce que la flamme en est plus douce, et que le bois de chêne contient de l'acide qui ne laisse pas d'altérer un peu la qualité du fer : c'est par cette raison qu'on doit, autant qu'on le peut, n'employer le charbon de chêne qu'au fourneau de fusion, et garder les charbons de bois blanc pour les affineries et pour les fours de fenderie et de batterie; car la cuisson du bois de chêne en charbon ne lui enlève pas l'acide dont il est chargé; et en général le feu du bois radoucit l'aigreur du fer, et lui donne plus de souplesse et un peu plus de ductilité qu'il n'en avoit au sortir de l'affinerie dont le feu n'est entretenu que par du charbon. L'on peut faire passer à la fenderie des fers de toute qualité : ceux qui sont les plus aigres servent à faire de petits clous à latte qui ne plient pas, et qui doivent être plutôt cassans que souples; les verges de fer doux sont pour les clous des maréchaux, et peuvent être passées par la filière pour

faire du gros fil de fer, des anses de chaudière, etc.

Si l'on destine les bandes de fer forgé à faire de la tôle, on les fait de même passer au feu de la fenderie; et au lieu de les fendre sur leur longueur, on les coupe en travers dès qu'elles sont ramollies par le feu; ensuite on porte ces morceaux coupés sous le martinet pour les élargir; après quoi on les met dans le fourneau de la batterie, qui est aussi de réverbère, mais qui est plus large et moins long que celui de la fenderie, et que l'on chauffe de même avec du bois blanc; on y laisse chauffer ces morceaux de fer, et on les en tire en les mettant les uns sur les autres, pour les élargir encore en les battant à plusieurs fois sous un gros marteau, jusqu'à les réduire en feuillets d'une demi-ligne d'épaisseur; il faut pour cela du fer doux. J'ai fait de la très-bonne tôle avec de vieilles ferrailles; néanmoins le fer ordinaire, pourvu qu'il soit nerveux, bien *sué* et sans pailles, donnera aussi de la bonne tôle en la faisant au feu de bois, au lieu qu'au feu de charbon ce même fer ne donneroit que de la tôle cassante.

Il faut aussi du fer doux et nerveux pour

faire au martinet du fer de cinq ou six lignes, bien quarré, qu'on nomme du *carillon*, et des verges ou tringles rondes du même diamètre. J'ai fait établir deux de ces martinets, dont l'un frappe trois cent douze coups par minute : cette grande rapidité est doublement avantageuse, tant par l'épargne du combustible et la célérité du travail, que par la perfection qu'elle donne à ces fers.

Enfin il faut un fer de la meilleure qualité, et qui soit en même temps très-ferme et très-ductile pour faire du fil de fer; et il y a quelques forges en Lorraine, en Franche-Comté, etc. où le fer est assez bon pour qu'il puisse passer successivement par toutes les filières, depuis deux lignes de diamètre jusqu'à la plus étroite, au sortir de laquelle le fil de fer est aussi fin que du crin. En général, le fer qu'on destine à la filière doit être tout de nerf et ductile dans toutes ses parties; il doit être bien *sué*, sans pailles, sans soufflures et sans grains apparens. J'ai fait venir des ouvriers de la Lorraine allemande pour en faire à mes forges, afin de connoître la différence du travail et la pratique nécessaire pour forger ce fer de filerie : elle consiste

principalement à purifier la loupe au feu de l'affinerie deux fois au lieu d'une, à donner à la pièce une chaude ou deux de plus qu'à l'ordinaire, et à n'employer dans tout le travail qu'une petite quantité de charbon à la fois, réitérée souvent, et enfin à ne forger des barreaux que de douze ou treize lignes en quarré, en les faisant suer à blanc à chaque chaude. J'ai eu, par ces procédés, des fers que j'ai envoyés à différentes fileries, où ils ont été tirés en fil de fer avec succès.

Il faut aussi du fer de très-bonne qualité pour faire la tôle mince dont on fait le fer-blanc : nous n'avons encore en France que quatre manufactures en ce genre, dont celle de Bains en Lorraine est la plus considérable*. On sait que c'est en étamant la tôle, c'est-à-dire, en la recouvrant d'étain, que l'on fait le fer-blanc : il faut que l'étoffe de cette tôle soit

* Il s'en étoit élevé une à Morambert en Franche-Comté, qui n'a pu se soutenir, parce que les fermiers-généraux n'ont pas voulu se relâcher sur aucun des droits auxquels cette manufacture étoit assujettie comme étant établie dans une province réputée étrangère.

homogène et très-souple, pour qu'elle puisse se plier et se rouler sans se fendre ni se gercer, quelque mince qu'elle soit. Pour arriver à ce point, on commence par faire de la tôle à la manière ordinaire, et on la bat successivement sous le marteau, en mettant les feuilles en *doublons* les unes sur les autres, jusqu'au nombre de soixante-quatre ; et lorsqu'on est parvenu à rendre ces feuilles assez minces, on les coupe avec de grands ciseaux pour les séparer, les ébarber et les rendre quarrées; ensuite on plonge ces feuilles une à une dans des eaux *sures* ou aigres pour les *décaper,* c'est-à-dire, pour leur enlever la petite couche noirâtre dont se couvre le fer chaque fois qu'il est soumis à l'action du feu, et qui empêcheroit l'étain de s'attacher au fer. Ces eaux aigres se font au moyen d'une certaine quantité de farine de seigle et d'un peu d'alun qu'on y mêle; elles enlèvent cette couche noire du fer ; et lorsque les feuilles sont bien nettoyées, on les plonge verticalement dans un bain d'étain fondu et mêlé d'un peu de cuivre : il faut auparavant recouvrir le bain de cet étain fondu, avec une couche épaisse de suif ou de graisse,

pour empêcher la surface de l'étain de se réduire en chaux. Cette graisse prépare aussi les surfaces du fer à bien recevoir l'étain, et on en retire la feuille presque immédiatement après l'avoir plongée, pour laisser égoutter l'étain superflu; après quoi on la frotte avec du son sec, afin de la dégraisser; et enfin il ne reste plus qu'à dresser ces feuilles de fer étamées avec des maillets de bois, parce qu'elles se sont courbées et voilées par la chaleur de l'étain fondu.

On ne croiroit pas que le fer le plus souple et le plus ductile fût en même temps celui qui se trouve le plus propre pour être converti en acier, qui, comme l'on sait, est d'autant plus cassant qu'il est plus parfait; néanmoins l'étoffe du fer dont on veut faire de l'acier par cémentation, doit être la même que celle du fer de filerie, et l'opération par laquelle on le convertit en acier, ne fait que hacher les fibres nerveuses de ce fer, et lui donner encore un plus grand degré de pureté, en même temps qu'il se pénètre et se charge de la matière du feu qui s'y fixe. Je m'en suis assuré par ma propre expérience; j'ai fait établir pour cela un grand fourneau d'as-

piration, et d'autres plus petits, afin de ménager la dépense de mes essais, et j'ai obtenu des aciers de bonne qualité, que quelques ouvriers de Paris ont pris pour de l'acier d'Angleterre : mais j'ai constamment observé qu'on ne réussissoit qu'autant que le fer étoit pur, et que, pour être assuré d'un succès constant, il falloit n'employer que des fers de la plus excellente qualité, ou des fers rendus tels par un travail approprié; car les fers ordinaires, même les meilleurs de ceux qui sont dans le commerce, ne sont pas d'une qualité assez parfaite pour être convertis par la cémentation en bon acier; et si l'on veut ne faire que de l'acier commun, l'on n'a pas besoin de recourir à la cémentation; car, au lieu d'employer du fer forgé, on obtiendra de l'acier comme on obtient du fer, avec la seule fonte, et seulement en variant les procédés du travail, et les multipliant à l'affinerie et au marteau.

On doit donc distinguer des aciers de deux sortes : le premier, qui se fait avec la fonte de fer ou avec le fer même, et sans cémentation; le second, que l'on fait avec le fer en employant un cément : tous deux se détériorent

également, et perdent leur qualité par des chaudes réitérées; et la pratique par laquelle on a cru remédier à ce défaut en donnant à chaque morceau de fer la forme de la pièce qu'on veut convertir en acier, a elle-même son inconvénient; car celles de ces pièces, comme sabres, couteaux, rasoirs, etc., qui sont plus minces dans le tranchant que dans le dos, seront trop acier dans la partie mince, et trop fer dans l'autre; et d'ailleurs les petites boursouflures qui s'élèvent à leur surface rendroient ces pièces défectueuses. Il faut de plus que l'acier cémenté soit corroyé, *sué* et soudé pour avoir de la force et du corps; en sorte que ce procédé de forger les pièces, avant de les mettre dans le cément, ne peut convenir que pour les morceaux épais dont on ne veut convertir que la surface en acier.

Pour faire de l'acier avec la fonte de fer, il faut commencer par rendre cette fonte aussi pure qu'il est possible avant de la tirer du fourneau de fusion; et pour cela, si l'on met huit mesures de mine pour faire de la fonte ordinaire, il n'en faudra mettre que six par charge sur la même quantité de charbon, afin que la fonte en devienne meilleure. On

pourra aussi la tenir plus long-temps en bain dans le creuset, c'est-à-dire, quinze ou seize heures, au lieu de douze; elle achevera pendant ce temps de s'épurer : ensuite on la coulera en petites gueuses ou lingots; et pour la dépurer encore davantage, on fera fondre une seconde fois ce lingot dans le feu de l'affinerie : cette seconde fusion lui donnera la qualité nécessaire pour devenir du bon acier au moyen du travail suivant.

On remettra au feu de l'affinerie cette fonte épurée pour en faire une loupe qu'on portera sous le marteau lorsqu'elle sera rougie à blanc; on la traitera comme le fer ordinaire, mais seulement sous un plus petit marteau, parce qu'il faut aussi que la loupe soit assez petite, c'est-à-dire, de vingt-cinq à trente livres seulement; on en fera un barreau quarré de dix ou onze lignes au plus; et lorsqu'il sera forgé et refroidi, on le cassera en morceaux longs d'environ un pied, que l'on remettra au feu de l'affinerie, en les arrangeant en forme de grille, les uns sur les autres : ces petits barreaux se ramolliront par l'action du feu, et se souderont ensemble; l'on en fera une nouvelle loupe, que l'on tra-

vaillera comme la première, et qu'on portera de même sous le marteau pour en faire un nouveau barreau qui sera peut-être déja de bon acier; et même, si la fonte a été bien épurée, on aura de l'acier assez bon dès la première fois: mais supposé que cette seconde fois l'on n'ait encore que du fer, ou du fer mêlé d'acier, il faudra casser de nouveau le barreau en morceaux, et en former encore une loupe au feu de l'affinerie, pour la porter ensuite au marteau, et obtenir enfin une barre de bon acier. On sent bien que le déchet doit être très-considérable, et d'ailleurs cette méthode de faire de l'acier ne réussit pas toujours; car il arrive assez souvent qu'en chauffant plusieurs fois ces petites barres on n'obtient pas de l'acier, mais seulement du fer nerveux : ainsi je ne conseillerois pas cette pratique, quoiqu'elle m'ait réussi, vu qu'elle doit être conduite fort délicatement, et qu'elle expose à des pertes. Celle que l'on suit en Carinthie pour faire de même de l'acier par la seule dépuration de la fonte, est plus sûre, et même plus simple. On observe d'abord de faire une première fonte, la meilleure et la plus pure

qu'il se peut : cette fonte est coulée en *floss*, c'est-à-dire, en gâteaux d'environ six pieds de long sur un pied de large, et trois à quatre pouces d'épaisseur. Cette *floss* est portée et présentée par le bout à un feu animé par des soufflets, qui la fait fondre une seconde fois, et couler dans un creuset placé sous le foyer. Tout le fond de ce creuset est rempli de poudre de charbon bien battue; on en garnit de même les parois, et par-dessus la fonte l'on jette du charbon et du laitier pour la couvrir : après six heures de séjour dans le creuset*, la fonte étant bien épurée de son laitier, on en prend une loupe d'environ cent quarante à cent cinquante livres, que l'on porte sous le marteau pour être divisée en deux ou trois *massets*, qui sont ensuite chauffés et *étirés* en barres, qui, quoique brutes, sont de bon acier, et qu'il ne faut que porter à la batterie pour y recevoir des chaudes successives, et être mises sous le martinet qui leur donne la forme. Il me

* Six pour la première *loupe*, et seulement cinq ou quatre pour les suivantes, le creuset étant plus embrasé.

paroît que le succès de cette opération tient essentiellement à ce que la fonte soit environnée d'une épaisseur de poudre de charbon, qui, de cette manière, produit une sorte de cémentation de la fonte, et la sature de feu fixe, tout comme les bandes de fer forgé en sont saturées dans la cémentation proprement dite, dont nous allons exposer les procédés.

Cette conversion du fer en acier, au moyen de la cémentation, a été tentée par nombre d'artistes, et réussit assez facilement dans de petits fourneaux de chimie : mais elle présente plusieurs difficultés lorsqu'on veut travailler en grand ; et je ne sache pas que nous ayons en France d'autres fourneaux que celui de Néronville en Gâtinois, où l'on convertisse à la fois jusqu'à soixante-quinze et quatre-vingts milliers de fer en acier, et encore cet acier n'est peut-être pas aussi parfait que celui qu'on fait en Angleterre : c'est ce qui a déterminé le gouvernement à charger M. de Grignon de faire, dans mes forges et au fourneau de Néronville, des essais en grand, afin de connoître quelles sont les provinces du royaume dont les fers sont les

plus propres à être convertis en acier par la voie de la cémentation. Les résultats de ces expériences ont été imprimés dans le *Journal de Physique* du mois de septembre 1782; on en peut voir l'extrait dans la note ci-dessous *: et voici ce que ma propre expé-

* En 1780, M. de Grignon fut chargé par le gouvernement de faire des expériences en grand, pour déterminer quelles sont les provinces du royaume qui produisent les fers les plus propres à être convertis en acier par la cémentation. M. le comte de Buffon offrit ses forges et le grand fourneau qu'il avoit fait construire pour les mêmes opérations, et on y fit arriver des fers du comté de Foix, du Roussillon, du Dauphiné, de l'Alsace, de la Franche-Comté, des Trois-Évêchés, de Champagne, de Berri, de Suède, de Russie et d'Espagne.

Tous ces fers furent réduits au même échantillon, et placés dans la caisse de cémentation; leur poids total étoit de quarante mille sept cent deux livres, et on les enveloppa de vingt-quatre pieds cubes de poudre de cémentation : on mit ensuite le feu au fourneau, et on le soutint pendant cent cinquante-sept heures consécutives, dont trente-sept heures de petit feu, vingt-quatre de feu médiocre, et quatre-vingt-seize heures d'un feu si actif, qu'il fondit les

rience m'avoit fait connoître avant ces derniers essais.

J'ai fait chauffer au feu de bois, dans le

briques du revêtissement du fourneau, du diaphragme, des arceaux, et de la voûte supérieure où sont les tuyaux aspiratoires....

Lorsque le fourneau fut refroidi, et que le fer fut retiré de la caisse, on en constata le poids qui se trouva augmenté de soixante-une livres : mais une partie de cette augmentation de poids provient de quelques parcelles de matières du cément, qui restent attachées à la surface des barres. M. de Grignon, pour constater précisément l'accroissement du poids acquis par la cémentation, soumit, dans une expérience subséquente, cinq cents livres de fer en barres, bien décapé, et il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation, pour enlever la matière charbonneuse qui s'y étoit attachée, et il se trouva six livres et demie d'excédant, qui ne peut être attribué qu'au principe qui convertit le fer en acier; principe qui augmente non seulement le poids du fer, mais encore le volume de dix lignes et demie par cent pouces de longueur des barres, indépendamment du soulèvement de l'étoffe du fer qui forme les ampoules que M. de Grignon attribue à l'air, et même à l'eau interposée dans le

fourneau de la fenderie, plusieurs bandes de mon fer de la meilleure qualité, et qui avoit été travaillé comme les barreaux qu'on

fer; et s'il étoit possible d'estimer le poids de cet air et de l'eau que la violente chaleur fait sortir du fer, le poids additionnel du principe qui se combine au fer dans sa conversion en acier, se trouveroit encore plus considérable.

Le fourneau de Buffon, quoique très-solidement construit, s'étant trouvé détruit par la violence du feu, M. de Grignon prit le parti d'aller à la manufacture de Néronville, faire une autre suite d'expériences qui lui donna les mêmes résultats qu'il avoit obtenus à Buffon.

Les différentes qualités des fers soumis à la cémentation ont éprouvé des modifications différentes et dépendantes de leur caractère particulier.

Le premier effet que l'on apperçoit, est cette multitude d'ampoules qui s'élèvent sur les surfaces; cette quantité est d'autant plus grande, que l'étoffe du fer est plus désunie par des pailles, des gerçures et des fentes.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine et homogène, sont moins sujets aux ampoules: ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire, qui sont bien unis, bien sués au-dehors,

envoyoit aux fileries pour y faire du fil de fer, et j'ai fait chauffer au même feu et en même temps d'autres bandes de fer moins

mais dont l'affinage primitif n'a pas bien lié la pâte, sont sujets à produire une très-grande quantité de bulles.

Les fers cémentés ne sont pas les seuls qui soient sujets aux ampoules; les tôles et les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux pour les mêmes causes.

La couleur bleue, plus ou moins forte, dont se couvrent les surfaces des barres de fer soumises à la cémentation, est l'effet d'une légère décomposition superficielle; plus cette couleur est intense, plus on a lieu de soupçonner l'acier de vivacité, c'est-à-dire de supersaturation : ce défaut s'annonce aussi par un son aigu que rend l'acier *poule* lorsqu'on le frappe; le son grave au contraire annonce dans l'acier des parties ferreuses, et le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulant et timbré.

Le fer cémenté, en passant à l'état d'acier, devient sonore, et devient aussi très-fragile, puisque l'acier poule ou boursouflé est plus fragile que l'acier corroyé et trempé, sans que le premier ait été refroidi par un passage subit du chaud au froid : le fer peut donc être rendu fragile par deux causes

épuré, et tel qu'il se vend dans mes forges pour le commerce; j'ai fait couper à chaud toutes ces bandes en morceaux longs de deux

diamétralement opposées, qui sont le feu et l'eau; car le fer ne devient acier que par une supersaturation du feu fixe, qui en s'incorporant avec les molécules du fer, en coupe et rompt la fibre, et la convertit en grains plus ou moins fins; et c'est ce feu fixe, introduit dans le fer cémenté, qui en augmente le poids et le volume.

M. de Grignon observe que tous les défauts dont le fer est taché, et qui proviennent de la fabrication même ou du caractère des mines, ne sont point détruits par la cémentation; qu'au contraire ils ne deviennent que plus apparens; que c'est pour cette raison que si l'on veut obtenir du bon acier par la cémentation, il faut nécessairement choisir les meilleurs fers, les plus parfaits, tant par leur essence que par leur fabrication, puisque la cémentation ne purifie pas le fer, et ne lui enleve pas les corps hétérogènes dont il peut être allié ou par amalgame ou par interposition: l'acier, selon lui, n'est point un fer plus pur, mais seulement un fer supersaturé de feu fixe, et il y a autant d'aciers défectueux que de mauvais fers.

M. de Grignon observe les degrés de perfection

pieds, parce que la caisse de mon premier fourneau d'essais, où je voulois les placer pour les convertir en acier, n'avoit que deux pieds

des différens fers convertis en acier dans l'ordre suivant.

Les fers d'Alsace sont ceux de France qui produisent les aciers les plus fins pour la pâte; mais ces aciers ne sont pas si nets que ceux des fers de roche de Champagne, qui sont mieux fabriqués que ceux d'Alsace. Quoique les fers de Berri soient en général plus doux que ceux de Champagne et de Bourgogne, ils ont donné les aciers les moins nets, parce que leur étoffe n'est pas bien liée; et il a remarqué qu'en général les fers les plus doux à la lime, tels que ceux de Berri et de Suède, donnent des aciers beaucoup plus vifs que les fers fermes à la lime et au marteau, et que les derniers exigent une cémentation plus continuée et plus active. Il a reconnu que les fers de Sibérie donnoient un acier très-difficile à traiter, et défectueux par la désunion de son étoffe; que ceux d'Espagne donnent un acier propre à des ouvrages qui exigent un beau poli; et il conclut qu'on peut faire de très-bon acier fin avec les fers de France, en soignant leur fabrication. Il désigne en même temps les provinces qui fournissent les fers qui sont les plus susceptibles de meilleur

et demi de longueur sur dix-huit pouces de largeur et autant de hauteur. On commença par mettre sur le fond de la caisse une couche de charbon en poudre de deux pouces d'épaisseur, sur laquelle on plaça une à une les petites bandes de fer de deux pieds de longueur, de manière qu'elles ne se touchoient pas, et qu'elles étoient séparées les unes des autres par un intervalle de plus d'un demi-pouce; on mit ensuite sur ces bandes une autre couche d'un pouce d'épaisseur de poudre de charbon, sur laquelle on posa de même d'autres bandes de fer, et ainsi alternativement des couches de charbon et des bandes de fer, jusqu'à ce que la caisse fût remplie, à

acier dans l'ordre suivant : Alsace, Champagne, Dauphiné, Limosin, Roussillon, comté de Foix, Franche-Comté, Lorraine, Berri et Bourgogne.

Il seroit fort à desirer que le gouvernement donnât des encouragemens pour élever des manufactures d'acier dans ces différentes provinces, non seulement pour l'acier par la cémentation, mais aussi pour la fabrication des aciers naturels, qui sont à meilleur compte que les premiers, et d'un plus grand usage dans les arts, sur-tout dans les arts de première nécessité.

trois pouces près, dans toute sa hauteur : on remplit ces trois derniers pouces vides, d'abord avec deux pouces de poudre de charbon, sur laquelle on amoncela, en forme de dôme, autant de poudre de grès qu'il pouvoit en tenir sur la caisse sans s'ébouler. Cette couverture de poudre de grès sert à préserver la poudre de charbon de l'atteinte et de la communication du feu. Il faut aussi avoir soin que les bandes de fer ne touchent, ni par les côtés ni par les extrémités, aux parois de la caisse, dont elles doivent être éloignées et séparées par une épaisseur de deux pouces de poudre de charbon. On a soin de pratiquer dans le milieu d'une des petites faces de la caisse une ouverture où l'on passe par le dehors une bande de huit ou dix pouces de longueur et de même épaisseur que les autres, pour servir d'indice ou d'éprouvette ; car en retirant cette bande de fer au bout de quelques jours de feu, on juge par son état de celui des autres bandes renfermées dans la caisse, et l'on voit, en examinant cette bande d'épreuve, à quel point est avancée la conversion du fer en acier.

Le fond et les quatre côtés de la caisse

doivent être de grès pur ou de très-bonnes briques bien jointes et bien lutées avec de l'argille. Cette caisse porte sur une voûte de briques, sous laquelle s'étend la flamme d'un feu qu'on entretient continuellement sur un *tisar* à l'ouverture de cette voûte, le long de laquelle on pratique des tuyaux aspiratoires, de six pouces en six pouces, pour attirer la flamme et la faire circuler également tout autour de la caisse, au-dessus de laquelle doit être une autre voûte où la flamme, après avoir circulé, est enfin emportée rapidement par d'autres tuyaux d'aspiration aboutissant à une grande et haute cheminée. Après avoir réussi à ces premiers essais, j'ai fait construire un grand fourneau de même forme, et qui a quatorze pieds de longueur sur neuf de largeur et huit de hauteur, avec deux *tisars* en fonte de fer, sur lesquels on met le bois, qui doit être bien sec, pour ne donner que de la flamme sans fumée. La voûte inférieure communique alentour de la caisse par vingt-quatre tuyaux aspiratoires, et la voûte supérieure communique à la grande cheminée par cinq autres tuyaux. Cette cheminée est élevée de trente pieds au-

dessus du fourneau, et elle porte sur de grosses gueuses de fonte. Cette construction démontre assez que c'est un grand fourneau d'aspiration où l'air, puissamment attiré par le feu, anime la flamme et la fait circuler avec la plus grande rapidité; on entretient ce feu sans interruption pendant cinq ou six jours, et dès le quatrième on tire l'éprouvette pour s'assurer de l'effet qu'il a produit sur les bandes de fer qui sont dans la caisse de cémentation : on reconnoîtra, tant aux petites boursouflures qu'à la cassure de cette bande d'épreuve, si le fer est près ou loin d'être converti en acier; et, d'après cette connoissance, l'on fera cesser ou continuer le feu; et lorsqu'on jugera que la conversion est achevée, on laissera refroidir le fourneau; après quoi on fera une ouverture vis-à-vis le dessus de la caisse, et on en tirera les bandes de fer qu'on y avoit mises, et qui dès lors seront converties en acier.

En comparant ces bandes les unes avec les autres, j'ai remarqué, 1°. que celles qui étoient de bon fer épuré avoient perdu toute apparence de nerf, et présentoient à leur cassure un grain très-fin d'acier, tandis que

les bandes de fer commun conservoient encore de leur étoffe de fer, ou ne présentoient qu'un acier à gros grains; 2°. qu'il y avoit à l'extérieur beaucoup plus et de plus grandes boursouflures sur les bandes de fer commun que sur celles de bon fer; 3°. que les bandes voisines des parois de la caisse n'étoient pas aussi bien converties en acier que les bandes situées au milieu de la caisse, et que de même les extrémités de toutes les bandes étoient de moins bon acier que les parties du milieu.

Le fer, dans cet état, au sortir de la caisse de cémentation, s'appelle de l'*acier boursouflé*: il faut ensuite le chauffer très-doucement, et ne lui donner qu'un rouge couleur de cerise pour le porter sous le martinet et l'étendre en petits barreaux; car, pour peu qu'on le chauffe un peu trop, il s'éparpille, et l'on ne peut le forger. Il y a aussi des précautions à prendre pour le tremper. Mais j'excéderois les bornes que je me suis prescrites dans mes ouvrages sur l'histoire naturelle, si j'entrois dans de plus grands détails sur les différens arts du travail du fer; peut-être même trouvera-t-on que je me suis déja trop étendu sur l'objet du fer en particulier: je me bor-

nerai donc aux inductions que l'on peut tirer de ce qui vient d'être dit.

Il me semble qu'on pourroit juger de la bonne ou mauvaise qualité du fer par l'effet de la cémentation ; on sait que le fer le plus pur est aussi le plus dense, et que le bon acier l'est encore plus que le meilleur fer : ainsi l'acier doit être regardé comme du fer encore plus pur que le meilleur fer ; l'un et l'autre ne sont que le même métal dans deux états différens, et l'acier est, pour ainsi dire, un fer plus métallique que le simple fer : il est certainement plus pesant, plus magnétique, d'une couleur plus foncée, d'un grain beaucoup plus fin et plus serré, et il devient à la trempe bien plus dur que le fer trempé ; il prend aussi le poli le plus vif et le plus beau : cependant, malgré toutes ces différences, on peut ramener l'acier à son premier état de fer par des cémens d'une qualité contraire à celle des cémens dont on s'est servi pour le convertir en acier, c'est-à-dire, en se servant de matières absorbantes, telles que les substances calcaires, au lieu de matières inflammables, telles que la poudre de charbon dont on s'est servi pour le cémenter.

Mais dans cette conversion du fer en acier, quels sont les élémens qui causent ce changement, et quelles sont les substances qui peuvent le subir ? Indépendamment des matières vitreuses, qui sans doute restent dans le fer en petite quantité, ne contient-il pas aussi des particules de zinc et d'autres matières hétérogènes ? Le feu doit détruire ces molécules de zinc, ainsi que celles des matières vitreuses, pendant la cémentation, et par conséquent elle doit achever de purifier le fer. Mais il y a quelque chose de plus ; car si le fer, dans cette opération qui change sa qualité, ne faisoit que perdre sans rien acquérir, s'il se délivroit en effet de toutes ses impuretés sans remplacement, sans acquisition d'autre matière, il deviendroit nécessairement plus léger : or je me suis assuré que ces bandes de fer, devenues acier par la cémentation, loin d'être plus légères, sont spécifiquement plus pesantes, et que par conséquent elles acquièrent plus de matière qu'elles n'en perdent ; dès lors quelle peut donc être cette matière, si ce n'est la substance même du feu qui se fixe dans l'intérieur du fer, et qui contribue encore plus que la

bonne qualité ou la pureté du fer à l'essence de l'acier ?

La trempe produit dans le fer et l'acier des changemens qui n'ont pas encore été assez observés ; et quoiqu'on puisse ôter à tous deux l'impression de la trempe en les recuisant au feu, et les rendre à peu près tels qu'ils étoient avant d'avoir été trempés, il est pourtant vrai qu'en les trempant et les chauffant plusieurs fois de suite, on altère leur qualité. La trempe à l'eau froide rend le fer cassant ; l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt et hache le nerf, et le convertit en grains. J'ai vu dans mes forges que les ouvriers, accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger, afin de la refroidir promptement, ayant, dans un temps de forte gelée, suivi leur habitude et trempé toutes leurs barres dans l'eau presque glacée, elles se trouvèrent cassantes au point d'être rebutées des marchands : la moitié de la barre qui n'avoit point été trempée étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié qui avoit été trempée à la glace n'avoit plus de nerf, et ne présentoit qu'un mauvais grain. Cette expérience est très-cer-

taine, et ne fut que trop répétée chez moi; car il y eut plus de deux cents barres dont la seconde moitié étoit la seule bonne, et l'on fut obligé de casser toutes ces barres par le milieu, et reforger toutes les parties qui avoient été trempées, afin de leur rendre le nerf qu'elles avoient perdu.

A l'égard des effets de la trempe sur l'acier, personne ne les a mieux observés que M. Perret; et voici les faits, ou plutôt les effets essentiels que cet habile artiste a reconnus. « La trempe change la forme des pièces « minces d'acier; elle les voile et les courbe « en différens sens; elle y produit des cas- « sures et des gerçures : ces derniers effets sont « très-communs, et néanmoins très-préju- « diciables. Ces défauts proviennent de ce que « l'acier n'est pas forgé avec assez de régula- « rité; ce qui fait que, passant rapidement du « chaud au froid, toutes les parties ne re- « çoivent pas avec égalité l'impression du « froid. Il en est de même si l'acier n'est pas « bien pur, ou contient quelques corps étran- « gers; ils produiront nécessairement des « cassures.... Le bon acier ne casse à la pre- « mière trempe que quand il est trop écroui

« par le marteau ; celui qu'on n'écrouit point
« du tout, et qu'on ne forge que chaud, ne
« casse point à la première trempe ; et l'on
« doit remarquer que l'acier prend du gon-
« flement à chaque fois qu'on le chauffe....
« Plus on donne de trempe à l'acier, et plus
« il s'y forme de cassures ; car la matière
« de l'acier ne cesse de travailler à chaque
« trempe. L'acier fondu d'Angleterre se gerce
« de plusieurs cassures, et celui de Stirie
« non seulement se casse, mais se crible par
« des trempes réitérées...... Pour prévenir
« l'effet des cassures, il faut chauffer couleur
« de cerise la pièce d'acier, et la tremper
« dans du suif, en l'y laissant jusqu'à ce
« qu'elle ait perdu son rouge. On peut, au
« lieu de suif, employer toute autre graisse ;
« elle produira le même effet, et préservera
« l'acier des cassures que la trempe à l'eau
« ne manque pas de produire. On donnera,
« si l'on veut, ensuite une trempe à l'ordi-
« naire à la pièce d'acier, ou l'on s'en tien-
« dra à la seule trempe du suif. L'artiste doit
« tâcher de conduire son travail de manière
« qu'il ne soit obligé de tremper qu'une fois ;
« car chaque trempe altère de plus en plus

« la matière de l'acier. Au reste, la trempe « au suif ne durcit pas l'acier, et par consé« quent ne suffit pas pour les instrumens « tranchans, qui doivent être très-durs : ainsi « il faudra les tremper à l'eau après les avoir « trempés au suif. On a observé que la trempe « à l'huile végétale donne plus de dureté que « la trempe au suif ou à toute autre graisse « animale ; et c'est sans doute parce que « l'huile contient plus d'eau que la graisse. »

L'écrouissement que l'on donne aux métaux les rend plus durs, et occasionne en particulier les cassures qui se font dans le fer et l'acier. La trempe augmente ces cassures, et ne manque jamais d'en produire dans les parties qui ont été les plus *récrouies*, et qui sont par conséquent devenues les plus dures. L'or, l'argent, le cuivre, battus à froid, s'écrouissent, et deviennent plus durs et plus élastiques sous les coups réitérés du marteau. Il n'en est pas de même de l'étain et du plomb, qui, quoique battus fortement et long-temps, ne prennent point de dureté ni d'élasticité; on peut même faire fondre l'étain en le faisant frapper sous un martinet prompt; et on rend le plomb si mou et si chaud, qu'il

paroît aussi prêt à se fondre. Mais je ne crois pas, avec M. Perret, qu'il existe une matière particulière que la percussion fait entrer dans le fer, l'or, l'argent et le cuivre, et que l'étain ni le plomb ne peuvent recevoir : ne suffit-il pas que la substance de ces premiers métaux soit par elle-même plus dure que celle du plomb et de l'étain, pour qu'elle le devienne encore plus par le rapprochement de ses parties? La percussion du marteau ne peut produire que ce rapprochement; et lorsque les parties intégrantes d'un métal sont elles-mêmes assez dures pour ne se point écraser, mais seulement se rapprocher par la percussion, le métal écroui deviendra plus dur et même élastique, tandis que les métaux, comme le plomb et l'étain, dont la substance est molle jusque dans ses plus petits atomes, ne prendront ni dureté ni ressort, parce que les parties intégrantes étant écrasées par la percussion, n'en seront que plus molles, ou plutôt ne changeront pas de nature ni de propriété, puisqu'elles s'étendront au lieu de se resserrer et de se rapprocher. Le marteau ne fait donc que comprimer le métal en détruisant les pores ou interstices

qui étoient entre ses parties intégrantes, et c'est par cette raison qu'en remettant le métal écroui dans le feu, dont le premier effet est de dilater toute substance, les interstices se rétablissent entre les parties du métal, et l'effet de l'écrouissement ne subsiste plus.

Mais pour en revenir à la trempe, il est certain qu'elle fait un effet prodigieux sur le fer et l'acier. La trempe dans l'eau très-froide rend, comme nous venons de le dire, le meilleur fer tout-à-fait cassant; et quoique cet effet soit beaucoup moins sensible lorsque l'eau est à la température ordinaire, il est cependant très-vrai qu'elle influe sur la qualité du fer, et qu'on doit empêcher le forgeron de tremper sa pièce encore rouge de feu pour la refroidir, et même il ne faut pas qu'il jette une grande quantité d'eau dessus en la forgeant, tant qu'elle est dans l'état d'incandescence. Il en est de même de l'acier, et l'on fera bien de ne le tremper qu'une seule fois dans l'eau à la température ordinaire.

Dans certaines contrées où le travail du fer est encore inconnu, les Nègres, quoique

les moins ingénieux de tous les hommes, ont néanmoins imaginé de tremper le bois dans l'huile ou dans des graisses dont ils le laissent s'imbiber; ensuite ils l'enveloppent avec de grandes feuilles, comme celles de bananier, et mettent sous de la cendre chaude les instrumens de bois qu'ils veulent rendre tranchans : la chaleur fait ouvrir les pores du bois, qui s'imbibe encore plus de cette graisse; et lorsqu'il est refroidi, il paroît lisse, sec, luisant, et il est devenu si dur, qu'il tranche et perce comme une arme de fer : des zagaies de bois dur et trempé de cette façon, lancées contre des arbres à la distance de quarante pieds, y entrent de trois ou quatre pouces, et pourroient traverser le corps d'un homme; leurs haches de bois trempées de même, tranchent tous les autres bois. On sait d'ailleurs qu'on fait durcir le bois en le passant au feu, qui lui enlève l'humidité qui cause en partie sa mollesse. Ainsi dans cette trempe à la graisse ou à l'huile sous la cendre chaude, on ne fait que substituer aux parties aqueuses du bois une substance qui lui est plus analogue, et qui en rapproche les fibres de plus près.

L'acier trempé très-dur, c'est-à-dire à l'eau froide, est en même temps très-cassant; on ne s'en sert que pour certains ouvrages, et en particulier pour faire des outils qu'on appelle *brunissoirs*, qui, étant d'un acier plus dur que tous les autres aciers, servent à lui donner le dernier poli *.

Au reste, on ne peut donner le poli vif, brillant et noir, qu'à l'espèce d'acier qu'on appelle *acier fondu*, et que nous tirons d'Angleterre. Nos artistes ne connoissent pas les moyens de faire cet excellent acier. Ce n'est

* On sait que c'est avec de la potée ou chaux d'étain délayée dans de l'esprit-de-vin que l'on polit l'acier; mais les Anglois emploient un autre procédé pour lui donner le poli noir et brillant dont ils font un secret. M. Perret, dont nous venons de parler, paroît avoir découvert ce secret; du moins il est venu à bout de polir l'acier à peu près aussi bien qu'on le polit en Angleterre. Il faut pour cela broyer la potée sur une plaque de fonte de fer bien unie et polie : on se sert d'un brunissoir de bois de noyer, sur lequel on colle un morceau de peau de buffle, qu'on a précédemment lissé avec la pierre ponce, et qu'on imprègne de potée délayée à l'eau-de-vie. Ce polissoir doit être monté sur une

pas qu'en général il ne soit assez facile de fondre l'acier; j'en ai fait couler à mes fourneaux d'aspiration plus de vingt livres en fusion très-parfaite : mais la difficulté consiste à traiter et à forger cet acier fondu; cela demande les plus grandes précautions, car ordinairement il s'éparpille en étincelles au seul contact de l'air, et se réduit en poudre sous le marteau.

Dans les fileries, on fait les filières, qui doivent être de la plus grande dureté, avec une sorte d'acier qu'on appelle *acier sauvage:*

roue de cinq à six pieds de diamètre pour donner un mouvement plus vif. La matière que M. Perret a trouvée la meilleure pour polir parfaitement l'acier, est l'acier lui-même fondu avec du soufre, et ensuite réduit en poudre. M. de Grignon assure que le colcotar retiré du vitriol après la distillation de l'eau-forte, est la matière qui donne le plus beau poli noir à l'acier : il faut laver ce colcotar encore chaud plusieurs fois, et le réduire au dernier degré de finesse par la décantation; il faut aussi qu'il soit entièrement dépouillé de ses parties salines qui formeroient des taches bleuâtres sur le poli. Il paroît que M. Langlois est de nos artistes celui qui a le mieux réussi à donner ce beau poli noir à l'acier.

on le fait fondre; et au moment qu'il se coagule, on le frappe légèrement avec un marteau à main; et à mesure qu'il prend du corps, on le chauffe et on le forge en augmentant graduellement la force et la vîtesse de la percussion, et on l'achève en le forgeant au martinet. On prétend que c'est par ce procédé que les Anglois forgent leur acier fondu; et on assure que les Asiatiques travaillent de même leur acier en pain, qui est aussi d'excellente qualité. La fragilité de cet acier fondu est presque égale à celle du verre; c'est pourquoi il n'est bon que pour certains outils, tels que les rasoirs, les lancettes, etc. qui doivent être très-tranchans, et prendre le plus de dureté et le plus beau poli : mais il ne peut servir aux ouvrages qui, comme les lames d'épée, doivent avoir du ressort; et c'est par cette raison que dans le Levant comme en Europe les lames de sabre et d'épée se font avec un acier mélangé d'un peu d'étoffe de fer, qui lui donne de la souplesse et de l'élasticité.

Les Orientaux ont mieux que nous le petit art de damasquiner l'acier; cela ne se fait pas en y introduisant de l'or ou de l'argent,

comme on le croit vulgairement, mais par le seul effet d'une percussion souvent réitérée. M. Gau a fait sur cela plusieurs expériences, dont il a eu la bonté de me communiquer le résultat *. Cet habile artiste, qui a

* Monsieur, de retour à Klingensthal, j'ai fait, comme j'ai eu l'honneur de vous le promettre à Montbard, plusieurs épreuves sur l'acier, pour en fabriquer des lames de sabre et de couteaux de chasse de même étoffe et de même qualité que celles de Turquie connues sous le nom de *damas;* les résultats de ces différentes épreuves ont toujours été les mêmes, et je profite de la permission que vous m'avez donnée de vous en rendre compte.

Après avoir fait travailler et préparer une certaine quantité d'acier propre à en faire du damas, j'en ai destiné un tiers à recevoir le double de l'argent que j'y emploie ordinairement; dans le second tiers, j'y ai mis la dose ordinaire, et point d'argent du tout dans le dernier tiers.

J'ai eu l'honneur de vous dire, monsieur, de quelle façon je fais ce mélange de l'argent avec de l'acier; j'ai augmenté de précautions pour mieux enfermer l'argent; et comme j'ai commencé mes épreuves par les petites barres ou plaques qui en tenoient le double, en donnant à celles du dessus

porté notre manufacture des armes blanches à un grand point de perfection, s'est convaincu avec moi que ce n'est que par le tra-

et du dessous le double d'épaisseur des autres, je les ai fait chauffer au blanc bouillant, et ce n'a été qu'avec une peine infinie que l'ouvrier est venu à bout de les souder ensemble ; elles paroissoient à l'intérieur l'être parfaitement, et on ne voyoit point sur l'enclume qu'il en fut sorti de l'argent : la réunion de ces plaques m'a donné un lingot de neuf pouces de long sur un pouce d'épaisseur et autant de largeur.

J'ai ensuite fait remettre au feu ce lingot pour en former une lame de couteau de chasse : c'est dans cette opération, en applatissant et en alongeant ce lingot, que les défauts de soudure qui étoient dans l'intérieur se sont découverts ; et quelque soin que l'ouvrier y ait donné, il n'a pu forger cette lame sans beaucoup de pailles.

J'ai fait recommencer cette opération par quatre fois différentes, et toutes les lames ont été pailleuses sans qu'on ait pu y remédier ; ce qui me persuade qu'il y est entré beaucoup d'argent.

Les barres dans lesquelles je n'ai mis que la dose ordinaire d'argent, et dont les plaques du dessus et du dessous n'avoient pas plus d'épaisseur que les

vail du marteau et par la réunion de différens aciers mêlés d'un peu d'étoffe de fer, que l'on vient à bout de damasquiner les lames de

autres, ont toutes bien soudé et ont donné des lames sans pailles ; il s'est trouvé sur l'enclume beaucoup d'argent fondu qui s'y étoit attaché.

A l'égard des barres forgées sans argent, elles ont été soudées sans aucune difficulté comme de l'acier ordinaire, et elles ont donné de très-belles lames. Pour connoître si ces lames sans argent avoient les mêmes qualités pour le tranchant et la solidité que celles fabriquées avec de l'argent, j'ai essayé le tranchant de toutes mes forces sur des nœuds de bois de chêne qu'elles ont coupés sans s'ébrécher; j'en ai ensuite mis une à plat entre deux barres de fer sur mon escalier, comme vous l'avez vu faire sur le vôtre, et ce n'a été qu'après l'avoir long-temps tourmentée dans tous les sens que je suis parvenu à la déchirer. J'ai donc trouvé à ces lames le même tranchant et la même ténacité. Il sembleroit d'après ces épreuves,

1°. Que s'il reste de l'argent dans l'acier, il est impossible de le souder dans les endroits où il se trouve.

2°. Que lorsqu'on réussit à souder parfaitement des barres où il y a de l'argent, il faut que cet argent

sabre, et de leur donner en même temps le tranchant, l'élasticité et la ténacité nécessaires; il a reconnu comme moi que ni l'or ni l'argent ne peuvent produire cet effet.

Il me resteroit encore beaucoup de choses à dire sur le travail et sur l'emploi du fer; je me suis contenté d'en indiquer les princi-

qui est en fusion lorsque l'acier est rouge-blanc, s'en soit échappé aux premiers coups de marteau, soit par les jointures des barres posées les unes sur les autres, soit par les pores alors ouverts de l'acier: lorsque les plaques sont plus épaisses, l'argent fondu se répand en partie sur l'enclume, et il est impossible de souder les endroits où il en reste.

3°. L'argent ne communique aucune vertu à l'acier, soit pour le tranchant, soit pour la solidité; et l'opinion du public, qui avoit décidé mes recherches, et qui attribue au mélange de l'acier et de l'argent la bonté des lames de Damas en Turquie, est sans fondement, puisqu'en décomposant un morceau vous-même, monsieur, vous n'y avez pas trouvé plus d'argent que dans la lame de même étoffe faite ici, dans laquelle il en étoit cependant entré.

4°. Le tranchant étonnant de ces lames et leur solidité ne proviennent, ainsi que les dessins qu'elles présentent, que du mélange des différens aciers

paux objets : chacun demanderoit un traité particulier, et l'on pourroit compter plus de cent arts ou métiers tous relatifs au travail de ce métal, en le prenant depuis ses mines jusqu'à sa conversion en acier et sa fabrication en canons de fusil, lames d'épée, res-

qu'on y emploie, et de la façon qu'on les travaille ensemble.

Pour que vous puissiez, monsieur, en juger par vous-même, et rectifier mes idées à ce sujet, j'envoie à mon dépôt de l'arsenal de Paris, pour vous être remises à leur arrivée,

1°. Une des lames forgées avec les lingots où il y avoit le double d'argent, dans laquelle je crois qu'il y en a encore, parce qu'elle n'a pu être bien soudée, et que vous voudrez bien faire décomposer après avoir fait éprouver son tranchant et sa solidité;

2°. Une lame forgée d'un lingot où j'avois mis moitié d'argent, bien soudée, et sur laquelle j'ai fait graver vos armoiries;

3°. Une lame fabriquée d'une barre d'acier travaillée pour damas, dans laquelle il n'est point entré d'argent : vous voudrez bien faire mettre cette lame aux plus fortes épreuves, tant pour le tranchant sur du bois, qu'en essayant sa résistance en la forçant entre deux barres de fer.

sorts de montre, etc. Je n'ai pu donner ici que la filiation de ces arts, en suivant les rapports naturels qui les font dépendre les uns des autres : le reste appartient moins à l'histoire de la Nature qu'à celle des progrès de notre industrie.

Mais nous ne devons pas oublier de faire mention des principales propriétés du fer et de l'acier, relativement à celles des autres métaux. Le fer, quoique très-dur, n'est pas fort dense; c'est, après l'étain, le plus léger de tous. Le fer commun, pesé dans l'eau, ne perd guère qu'un huitième de son poids, et ne pèse que cinq cent quarante-cinq ou cinq cent quarante-six livres le pied cube *. L'acier pèse cinq cent quarante-huit à cinq cent

* On a écrit et répété par-tout que le pied cube de fer pèse cinq cent quatre-vingts livres; mais cette estimation est de beaucoup trop forte. M. Brisson s'est assuré, par des épreuves à la balance hydrostatique, que le fer forgé, non écroui comme écroui, ne pèse également que cinq cent quarante-cinq livres deux ou trois onces le pied cube, et que le pied cube d'acier pèse cinq cent quarante-huit livres : on s'étoit donc trompé de trente-cinq livres, en estimant cinq cent quatre-vingts livres le poids d'un pied cube de fer.

quarante-neuf livres, et il est toujours spécifiquement un peu plus pesant que le meilleur fer : je dis le meilleur fer ; car en général ce métal est sujet à varier pour la densité, ainsi que pour la ténacité, la dureté, l'élasticité, et il paroît n'avoir aucune propriété absolue que celle d'être attirable à l'aimant ; encore cette qualité magnétique est-elle beaucoup plus grande dans l'acier et dans certains fers que dans d'autres : elle augmente aussi dans certaines circonstances, et diminue dans d'autres ; et cependant cette propriété d'être attirable à l'aimant paroît appartenir au fer, à l'exclusion de toute autre matière ; car nous ne connoissons dans la Nature aucun métal, aucune autre substance pure qui ait cette qualité magnétique, et qui puisse même l'acquérir par notre art : rien au contraire ne peut la faire perdre au fer, tant qu'il existe dans son état de métal ; et non seulement il est toujours attirable par l'aimant, mais il peut lui-même devenir aimant ; et lorsqu'il est une fois aimanté, il attire l'autre fer avec autant de force que l'aimant même *.

* Voyez ci-après l'article de l'*aimant*.

De tous les métaux, après l'or, le fer est celui dont la ténacité est la plus grande; selon Musschenbroeck, un fil de fer d'un dixième de pouce de diamètre peut soutenir un poids de quatre cent cinquante livres sans se rompre : mais j'ai reconnu par ma propre expérience qu'il y a une énorme différence entre la ténacité du bon et du mauvais fer* ; et quoiqu'on choisisse le meilleur pour le passer à la filière, on trouvera encore des différences dans la ténacité des différens fils de fer de même grosseur ; et l'on observera généralement que plus le fil de fer sera fin, plus la ténacité sera grande à proportion.

Nous avons vu qu'il faut un feu très-violent pour fondre le fer forgé, et qu'en même temps qu'il se fond, il se brûle et se calcine en partie, et d'autant plus que la chaleur est plus forte ; en le fondant au foyer d'un miroir ardent, on le voit bouillonner, brûler, jeter une flamme assez sensible, et se changer en mâchefer : cette scorie conserve la qualité magnétique du fer après avoir perdu toutes les autres propriétés de ce métal.

* Voyez le *Mémoire sur la ténacité du fer*, tome V, page 227.

Tous les acides minéraux et végétaux agissent plus ou moins sur le fer et l'acier : l'air, qui, dans son état ordinaire, est toujours chargé d'humidité, les réduit en rouille ; l'air sec ne les attaque pas de même et ne fait qu'en ternir la surface : l'eau la ternit davantage et la noircit à la longue ; elle en divise et sépare les parties constituantes ; et l'on peut, avec de l'eau pure, réduire ce métal en une poudre très-fine *, laquelle néanmoins est encore du fer dans son état de métal ; car elle est attirable à l'aimant et se dissout comme le fer dans tous les acides. Ainsi ni l'eau ni l'air seuls n'ôtent au fer sa qualité magnétique ; il faut le concours de ces deux élémens, ou plutôt l'action de l'acide aérien, pour le réduire en rouille qui n'est plus attirable à l'aimant.

* Prenez de la limaille de fer nette et brillante ; mettez-la dans un vase ; versez assez d'eau dessus pour la couvrir d'un pouce ou deux ; faites-la remuer avec une spatule de fer jusqu'à ce qu'elle soit réduite en poudre si fine, qu'elle reste suspendue à la surface de l'eau : cette poudre est encore du vrai fer très-attirable à l'aimant.

L'acide nitreux dévore le fer autant qu'il le dissout ; il le saisit d'abord avec la plus grande violence ; et lors même que cet acide en est pleinement saturé, son activité ne se ralentit pas : il dissout le nouveau fer qu'on lui présente en laissant précipiter le premier.

L'acide vitriolique, même affoibli, dissout aussi le fer avec effervescence et chaleur, et les vapeurs qui s'élèvent de cette dissolution sont très-inflammables. En la faisant évaporer et la laissant refroidir, on obtient des crystaux vitrioliques verds, qui sont connus sous le nom de *couperose**.

L'acide marin dissout très-bien le fer, et l'eau régale encore mieux. Ces acides nitreux et marin, soit séparément, soit conjointement, forment avec le fer des sels qui, quoique métalliques, sont déliquescens ; mais dans quelque acide que le fer soit dissous, on peut toujours l'en séparer par le moyen des alcalis ou des terres calcaires : on peut aussi le précipiter par le zinc, etc.

Le soufre, qui fait fondre le fer rouge en un instant, est plutôt le destructeur que le

* Voyez ci-devant l'article du *vitriol*.

dissolvant de ce métal ; il en change la nature et le réduit en pyrite. La force d'affinité entre le soufre et le fer est si grande, qu'ils agissent violemment l'un sur l'autre, même sans le secours du feu ; car, dans cet état de pyrite, ils produisent eux-mêmes de la chaleur et du feu, à l'aide seulement d'un peu d'humidité.

De quelque manière que le fer soit dissous ou décomposé, il paroît que ses précipités et ses chaux en safran, en ocre, en rouille, etc. sont tous colorés de jaune, de rougeâtre ou de brun : aussi emploie-t-on ces chaux de fer pour la peinture à l'huile et pour les émaux.

Enfin le fer peut s'allier avec tous les autres métaux, à l'exception du plomb et du mercure. Suivant M. Geller, les affinités du fer sont dans l'ordre suivant : l'or, l'argent, le cuivre; et, suivant M. Geoffroi, le régule d'antimoine, l'argent, le cuivre et le plomb. Mais ce dernier chimiste devoit exclure le plomb et ne pas oublier l'or, avec lequel le fer a plus d'affinité qu'avec aucun autre métal ; nous verrons même que ces deux métaux, le fer et l'or, se trouvent quelquefois

si intimement unis par des accidens de nature, que notre art ne peut les séparer l'un de l'autre *.

* Voyez ci-après l'article de la *platine*.

DE L'OR.

AUTANT nous avons vu le fer subir de transformations et prendre d'états différens, soit par les causes naturelles, soit par les effets de notre art; autant l'or nous paroîtra fixe, immuable et constamment le même sous notre main comme sous celle de la Nature. C'est de toutes les matières du globe la plus pesante, la plus inaltérable, la plus tenace, la plus extensible; et c'est par la réunion de ces caractères prééminens que, dans tous les temps, l'or a été regardé comme le métal le plus parfait et le plus précieux : il est devenu le signe universel et constant de la valeur de toute autre matière, par un consentement unanime et tacite de tous les peuples policés. Comme il peut se diviser à l'infini sans rien perdre de son essence, et même sans subir la moindre altération, il se trouve disséminé sur la surface entière du globe, mais en molécules si ténues, que sa présence n'est pas sensible. Toute la couche

de la terre qui recouvre le globe en contient, mais c'est en si petite quantité, qu'on ne l'apperçoit pas et qu'on ne peut le recueillir : il est plus apparent, quoiqu'encore en très-petite quantité, dans les sables entraînés par les eaux et détachés de la masse des rochers qui le recèlent ; on le voit quelquefois briller dans ces sables, dont il est aisé de le séparer par des lotions réitérées. Ces paillettes chariées par les eaux, ainsi que toutes les autres particules de l'or qui sont disséminées sur la terre, proviennent également des mines primordiales de ce métal. Ces mines gisent dans les fentes du quartz, où elles se sont établies peu de temps après la consolidation du globe : souvent l'or y est mêlé avec d'autres métaux, sans en être altéré ; presque toujours il est allié d'argent, et néanmoins il conserve sa nature dans le mélange, tandis que les autres métaux, corrompus et minéralisés, ont perdu leur première forme avant de voir le jour, et ne peuvent ensuite la reprendre que par le travail de nos mains : l'or, au contraire, vrai métal de nature, a été formé tel qu'il est ; il a été fondu ou sublimé par l'action du feu primitif, et s'est

établi sous la forme qu'il conserve encore aujourd'hui; il n'a subi d'autre altération que celle d'une division presque infinie, car il ne se présente nulle part sous une forme minéralisée : on peut même dire que, pour minéraliser l'or, il faudroit un concours de circonstances qui ne se trouvent peut-être pas dans la Nature, et qui lui feroient perdre ses qualités les plus essentielles; car il ne pourroit prendre cette forme minéralisée qu'en passant auparavant par l'état de précipité; ce qui suppose précédemment sa dissolution par la réunion des acides nitreux et marin : et ces précipités de l'or ne conservent pas les grandes propriétés de ce métal; ils ne sont plus inaltérables, et ils peuvent être dissous par les acides simples. Ce n'est donc que sous cette forme de précipité que l'or pourroit être minéralisé; et comme il faut la réunion de l'acide nitreux et de l'acide marin pour en faire la dissolution, et ensuite un alcali ou une matière métallique pour opérer le précipité, ce seroit par le plus grand des hasards que ces combinaisons se trouveroient réunies dans le sein de la terre, et que ce métal pourroit être dans un état de minéralisation naturelle.

L'or ne s'est établi sur le globe que quelque temps après sa consolidation, et même après l'établissement du fer, parce qu'il ne peut pas supporter un aussi grand degré de feu sans se sublimer ou se fondre : aussi ne s'est-il point incorporé dans la matière vitreuse; il a seulement rempli les fentes du quartz, qui toujours lui sert de gangue : l'or s'y trouve dans son état de nature, et sans autre caractère que celui d'un métal fondu; ensuite il s'est sublimé par la continuité de cette première chaleur du globe, et il s'est répandu sur la superficie de la terre en atomes impalpables et presque imperceptibles.

Les premiers dépôts ou mines primitives de cette matière précieuse ont donc dû perdre de leur masse et diminuer de quantité, tant que le globe a conservé assez de chaleur pour en opérer la sublimation; et cette perte continuelle, pendant les premiers siècles de la grande chaleur du globe, a peut-être contribué, plus qu'aucune autre cause, à la rareté de ce métal, et à sa dissémination universelle en atomes infiniment petits : je dis universelle, parce qu'il y a peu de matières à

la surface de la terre qui n'en contiennent une petite quantité; les chimistes en ont trouvé dans la terre végétale, et dans toutes les autres terres qu'ils ont mises à l'épreuve*.

Au reste, ce métal, le plus dense de tous, est en même temps celui que la Nature a produit en plus petite quantité. Tout ce qui est extrême est rare, par la raison même qu'il est extrême : l'or pour la densité, le diamant pour la dureté, le mercure pour la volatilité, étant extrêmes en qualité, sont rares en quantité. Mais pour ne parler ici que de l'or, nous observerons d'abord que quoique la Nature paroisse nous le présenter sous différentes formes, toutes néanmoins ne diffèrent les unes des autres que par la quantité et jamais par la qualité, parce que ni le feu, ni l'eau, ni l'air, ni même tous ces élémens combinés, n'altèrent pas son

* L'or trouvé par nos chimistes récens dans la terre végétale, est une preuve de la dissémination universelle de ce métal, et ce fait paroît avoir été connu précédemment; car Boerhaave parle d'un programme présenté aux états-généraux, sous ce titre : *De arte extrahendi aurum è qualibet terra arvensi.*

essence, et que les acides simples, qui détruisent les autres métaux, ne peuvent l'entamer *.

En général, on trouve l'or dans quatre états différens, tous relatifs à sa seule divisibilité; savoir, en poudre, en paillettes, en grains, et en filets séparés ou conglomérés. Les mines primordiales de ce métal sont dans les hautes montagnes, et forment des filons dans le quartz jusqu'à d'assez grandes profondeurs; elles se sont établies dans les fentes perpendiculaires de cette roche quartzeuse, et l'or

* M. Tillet, savant physicien de l'académie des sciences, s'est assuré que l'acide nitreux, rectifié autant qu'il est possible, ne dissout pas un seul atome de l'or qu'on lui présente. A la vérité, l'eau-forte ordinaire semble attaquer un peu les feuilles d'or par une opération forcée, en faisant bouillir, par exemple, quatre ou cinq onces de cet acide sur un demi-gros d'or pur réduit en une lame très-mince, jusqu'à ce que toute la liqueur soit réduite au poids de quelques gros : alors la petite quantité d'acide qui reste, se trouve chargée de quelques particules d'or; mais le métal y est dans l'état de suspension, et non pas véritablement dissous, puisqu'au bout de quelque temps, il se précipite au fond

y est toujours allié d'une plus ou moins grande quantité d'argent : ces deux métaux y sont simplement mélangés et font masse commune; ils sont ordinairement incrustés en filets ou en lames dans la pierre vitreuse, et quelquefois ils s'y trouvent en masses et en faisceaux conglomérés. C'est à quelque distance de ces mines primordiales que se trouve l'or en petites masses, en grains, en pépites, etc. et c'est dans les ravines des montagnes qui en recèlent les mines, qu'on le recueille en plus grande quantité : on le trouve aussi en paillettes et en poudre dans

du flacon, quoique bien bouché, ou bien il surnage à la surface de la liqueur avec son brillant métallique, au lieu que, dans une véritable dissolution, telle qu'on l'opère par l'eau régale, la combinaison du métal est si parfaite avec les deux acides réunis, qu'il ne les quitte jamais de lui-même. D'après ce rapport de M. Tillet, il est aisé de concevoir que l'acide nitreux, forcé d'agir par la chaleur, n'agit ici que comme un corps qui en frotteroit un autre, et en détacheroit par conséquent quelques particules, et dès lors on peut assurer que cet acide ne peut ni dissoudre ni même attaquer l'or par ses propres forces.

les sables que roulent les torrens et les rivières qui descendent de ces mêmes montagnes, et souvent cette poudre d'or est dispersée et disséminée sur les bords de ces ruisseaux et dans les terres adjacentes *. Mais soit en poudre, en paillettes, en grains, en filets ou en masses, l'or de chaque lieu est toujours de la même essence, et ne diffère que par le degré de pureté : plus il est divisé, plus il est pur, en sorte que s'il est à vingt karats dans sa mine en montagne, les poudres et les paillettes qui en proviennent sont souvent à vingt-deux et vingt-trois karats, parce qu'en se divisant ce métal s'est épuré et purgé d'une partie de son alliage naturel. Au reste, ces paillettes et ces grains, qui ne sont que des débris des mines primordiales, et qui ont subi tant de mouvemens, de chocs et de rencontres d'autres matières, n'en ont rien souffert qu'une plus

* Wallerius compte douze sortes d'or dans les sables; mais ces douze sortes doivent se réduire à une seule, parce qu'elles ne diffèrent les unes des autres que par la couleur, la grosseur ou la figure, et qu'au fond c'est toujours le même or.

grande division; elles ne sont jamais intérieurement altérées, quoique souvent recouvertes à l'extérieur de matières étrangères.

L'or le plus fin, c'est-à-dire, le plus épuré par notre art, est, comme l'on sait, à vingt-quatre karats : mais l'on n'a jamais trouvé d'or à ce titre dans le sein de la terre, et dans plusieurs mines il n'est qu'à vingt et même à seize et quatorze karats, en sorte qu'il contient souvent un quart et même un tiers de mélange; et cette matière étrangère qui se trouve originairement alliée avec l'or, est une portion d'argent, lequel, quoique beaucoup moins dense et par conséquent moins divisible que l'or, se réduit néanmoins en molécules très-ténues. L'argent est, comme l'or, inaltérable, inaccessible aux efforts des élémens humides, dont l'action détruit tous les autres métaux; et c'est par cette prérogative de l'or et de l'argent qu'on les a toujours regardés comme des métaux parfaits, et que le cuivre, le plomb, l'étain et le fer, qui sont tous sujets à plus ou moins d'altération par l'impression des agens extérieurs, sont des métaux imparfaits en comparaison

des deux premiers. L'or se trouve donc allié d'argent, même dans sa mine la plus riche et sur sa gangue quartzeuse; ces deux métaux, presque aussi parfaits, aussi purs l'un que l'autre, n'en sont que plus intimement unis : le haut ou bas aloi de l'or natif dépend donc principalement de la petite ou grande quantité d'argent qu'il contient. Ce n'est pas que l'or ne soit aussi quelquefois mêlé de cuivre et d'autres substances métalliques *: mais ces mélanges ne sont, pour ainsi dire, qu'extérieurs; et à l'exception de l'argent, l'or n'est point allié, mais seulement contenu et disséminé dans toutes les autres matières métalliques ou terreuses.

On seroit porté à croire, vu l'affinité apparente de l'or avec le mercure et leur forte attraction mutuelle, qu'ils devroient se trouver assez souvent amalgamés ensemble; cependant rien n'est plus rare, et à peine y

* Par exemple, l'or de Guinée, de Sofala, de Malaca, contient du cuivre et très-peu d'argent, et le cuivre des mines de Coquimbo au Pérou contient, à ce qu'on dit, de l'or sans aucun mélange d'argent.

a-t-il un exemple d'une mine où l'on ait trouvé l'or pénétré de ce minéral fluide. Il me semble qu'on peut en donner la raison d'après ma théorie ; car, quelque affinité qu'il y ait entre l'or et le mercure, il est certain que la fixité de l'un et la grande volatilité de l'autre ne leur ont guère permis de s'établir en même temps ni dans les mêmes lieux, et que ce n'est que par des hasards postérieurs à leur établissement primitif, et par des circonstances très-particulières, qu'ils ont pu se trouver mélangés.

L'or répandu dans les sables, soit en poudre, en paillettes ou en grains plus ou moins gros, et qui provient du débris des mines primitives, loin d'avoir rien perdu de son essence, a donc encore acquis de la pureté. Les sels acides, alcalins et arsenicaux, qui rongent toutes les substances métalliques, ne peuvent entamer celle de l'or. Ainsi, dès que les eaux ont commencé de détacher et d'entraîner les minérais des différens métaux, tous auront été altérés, dissous, détruits par l'action de ces sels ; l'or seul a conservé son essence intacte, et il a même défendu celle de l'argent, lorsqu'il s'y est trouvé mêlé en suffisante quantité.

L'argent, quoiqu'aussi parfait que l'or à plusieurs égards, ne se trouve pas aussi communément en poudre ou en paillettes dans les sables et les terres. D'où peut provenir cette différence, à laquelle il me semble qu'on n'a pas fait assez d'attention? Pourquoi les terrains au pied des montagnes à mines sont-ils semés de poudre d'or? Pourquoi les torrens qui s'en écoulent roulent-ils des paillettes et des grains de ce métal, et que l'on trouve si peu de poudre, de paillettes ou de grains d'argent dans ces mêmes sables, quoique les mines d'où découlent ces eaux contiennent souvent beaucoup plus d'argent que d'or? N'est-ce pas une preuve que l'argent a été détruit avant de pouvoir se réduire en paillettes, et que les sels de l'air, de la terre et des eaux l'ont saisi, dissous, dès qu'il s'est trouvé réduit en petites parcelles, au lieu que ces mêmes sels ne pouvant attaquer l'or, sa substance est demeurée intacte lors même qu'il s'est réduit en poudre ou en atomes impalpables?

En considérant les propriétés générales et particulières de l'or, on a d'abord vu qu'il étoit le plus pesant et par conséquent le

plus dense des métaux *, qui sont eux-mêmes les substances les plus pesantes de toutes les matières terrestres. Rien ne peut altérer ou

* La densité de l'or a été bien déterminée par M. Brisson, de l'académie des sciences. L'eau distillée étant supposée peser 10000 livres, il a vu que l'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse 192581 livres 12 onces 3 gros 62 grains, et que par conséquent un pied cube de cet or pur peseroit 1348 livres 1 once 0 gros 61 grains; et que ce même or à 24 karats, fondu et battu, pèse relativement à l'eau 193617 livres 12 onces 4 gros 28 grains, en sorte que le pied cube de cet or peseroit 1355 livres 5 onces 0 gros 60 grains. L'or des ducats d'Hollande approche de très-près ce degré de pureté; car la pesanteur spécifique de ces ducats est de 193519 livres 12 onces 4 gros 25 grains, ce qui donne 1354 livres 10 onces 1 gros 2 grains pour le poids d'un pied cube de cet or. J'observerai que pour avoir au juste les pesanteurs spécifiques de toutes les matières, il faut non seulement se servir d'eau distillée; mais que pour connoître exactement le poids de cette eau, il faudroit en faire distiller une assez grande quantité, par exemple, assez pour remplir un vaisseau cubique d'un pied de capacité, peser ensuite le tout, et déduire la tare du vaisseau;

changer dans l'or cette qualité prééminente. On peut dire qu'en général la densité constitue l'essence réelle de toute matière brute,

cela seroit plus juste que si l'on n'employoit qu'un vaisseau de quelques pouces cubiques de capacité: il faudroit aussi que le métal fût absolument pur, ce qui n'est peut-être pas possible, mais au moins le plus pur qu'il se pourra. Je me suis beaucoup servi d'un globe d'or, raffiné avec soin, d'un pouce de diamètre, pour mes expériences sur le progrès de la chaleur dans les corps; et en le pesant dans l'eau commune, j'ai vu qu'il ne perdoit pas $\frac{1}{19}$ de son poids: mais probablement cette eau étoit bien plus pesante que l'eau distillée. Je suis donc très-satisfait qu'un de nos habiles physiciens ait déterminé plus précisément cette densité de l'or à 24 karats, qui, comme l'on voit, augmente de poids par la percussion: mais étoit-il bien assuré que cet or fût absolument pur? il est presque impossible d'en séparer en entier l'argent que la Nature y a mêlé; et d'ailleurs la pesanteur de l'eau même distillée varie avec la température de l'atmosphère, et cela laisse encore quelque incertitude sur la mesure exacte de la densité de ce métal précieux. Ayant sur cela communiqué mes doutes à M. de Morveau, il a pris la peine de s'assurer qu'un pied cube d'eau

et que cette première propriété fixe en même temps nos idées sur la proportion de la quantité de l'espace à celle de la matière sous un

distillée pèse 71 livres 7 onces 5 gros 8 grains et $\frac{1}{24}$ de grain, l'air étant à la température de 12 degrés. L'eau, comme l'on sait, pèse plus ou moins, suivant qu'il fait plus froid ou plus chaud, et les différences qu'on a trouvées dans la densité des différentes matières soumises à l'épreuve de la balance hydrostatique, viennent non seulement du poids absolu de l'eau à laquelle on les compare, mais encore du degré de la chaleur actuelle de ce liquide; et c'est par cette raison qu'il faut un degré fixe, tel que la température de 12 degrés, pour que le résultat de la comparaison soit juste. Un pied cube d'eau distillée, pesant donc toujours, à la température de 12 degrés, 71 livres 7 onces 5 gros 8 $\frac{1}{24}$ grains, il est certain que si l'or perd dans l'eau $\frac{1}{19}$ de son poids, le pied cube de ce métal pèse 1358 livres 1 once 1 gros 8 $\frac{19}{29}$ grains, et je crois cette estimation trop forte; car, comme je viens de le dire, le globe d'or très-fin, d'un pouce de diamètre, dont je me suis servi, ne perdoit pas $\frac{1}{19}$ de son poids dans de l'eau qui n'étoit pas distillée, et par conséquent il se pourroit que dans l'eau distillée il n'eût perdu que $\frac{1}{18}$ $\frac{3}{4}$, et dans ce cas ($\frac{1}{18}$ $\frac{3}{4}$) le pied cube d'or ne

volume donné. L'or est le terme extrême de cette proportion, toute autre substance occupant plus d'espace; il est donc là matière par excellence, c'est-à-dire, la substance qui de toutes est la plus matière; et néanmoins ce corps si dense et si compacte, cette matière dont les parties sont si rapprochées, si serrées, contient peut-être encore plus de vide que de plein, et par conséquent nous démontre qu'il n'y a point de matière sans pores, que le contact des atomes matériels n'est jamais absolu ni complet, qu'enfin il n'existe aucune substance qui soit pleinement matérielle, et dans laquelle le vide ou l'espace ne soit interposé, et n'occupe autant et plus de place que la matière même.

Mais, dans toute matière solide, ces atomes

peseroit réellement que 1340 livres 9 onces 2 gros 25 grains: il me paroît donc qu'on a exagéré la densité de l'or, en assurant qu'il perd dans l'eau plus de $\frac{1}{19}$ de son poids, et que c'est tout au plus s'il perd $\frac{1}{19}$, auquel cas le pied cube peseroit 1358 livres. Ceux qui assurent qu'il n'en pèse que 1348, et qui disent en même temps qu'il perd dans l'eau entre $\frac{1}{19}$ et $\frac{1}{20}$ de son poids, ne se sont pas apperçus que ces deux résultats sont démentis l'un par l'autre.

matériels sont assez voisins pour se trouver dans la sphère de leur attraction mutuelle, et c'est en quoi consiste la ténacité de toute matière solide ; les atomes de même nature sont ceux qui se réunissent de plus près : ainsi la ténacité dépend en partie de l'homogénéité. Cette vérité peut se démontrer par l'expérience ; car tout alliage diminue ou détruit la ténacité des métaux : celle de l'or est si forte, qu'un fil de ce métal, d'un dixième de ligne de diamètre, peut porter, avant de se rompre, cinq cents livres de poids ; aucune autre matière métallique ou terreuse ne peut en supporter autant.

La divisibilité et la ductilité ne sont que des qualités secondaires qui dépendent en partie de la densité et en partie de la ténacité ou de la liaison des parties constituantes. L'or, qui, sous un même volume, contient plus du double de matière que le cuivre, sera par cela seul une fois plus divisible ; et comme les parties intégrantes de l'or sont plus voisines les unes des autres que dans toute autre substance, sa ductilité est aussi la plus grande, et surpasse celle des autres métaux dans une proportion bien plus grande

que celle de la densité ou de la ténacité, parce que la ductilité, qui est le produit de ces deux causes, n'est pas en rapport simple à l'une ou à l'autre de ces qualités, mais en raison composée des deux. La ductilité sera donc relative à la densité multipliée par la ténacité; et c'est ce qui, dans l'or, rend cette ductilité encore plus grande à proportion que dans tout autre métal.

Cependant la forte ténacité de l'or, et sa ductilité encore plus grande, ne sont pas des propriétés aussi essentielles que sa densité; elles en dérivent et ont leur plein effet tant que rien n'intercepte la liaison des parties constituantes, tant que l'homogénéité subsiste, et qu'aucune force ou matière étrangère ne change la position de ces mêmes parties : mais ces deux qualités qu'on croiroit essentielles à l'or, se perdent dès que sa substance subit quelque dérangement dans son intérieur; un grain d'arsenic ou d'étain jeté sur un marc d'or en fonte, ou même leur vapeur, suffit pour altérer toute cette quantité d'or, et le rend aussi fragile qu'il étoit auparavant tenace et ductile. Quelques chimistes ont prétendu qu'il perd de même sa

ductilité par les matières inflammables, par exemple, lorsqu'étant en fusion il est immédiatement exposé à la vapeur du charbon ; mais je ne crois pas que cette opinion soit fondée.

L'or perd aussi sa ductilité par la percussion; il s'écrouit, devient cassant, sans addition ni mélange d'aucune matière ni vapeur, mais par le seul dérangement de ses parties intégrantes : ainsi ce métal, qui de tous est le plus ductile, n'en perd pas moins aisément sa ductilité; ce qui prouve que ce n'est point une propriété essentielle et constante à la matière métallique, mais seulement une qualité relative aux différens états où elle se trouve, puisqu'on peut lui ôter par l'écrouissement et lui rendre par le recuit au feu cette qualité ductile alternativement, et autant de fois qu'on le juge à propos. Au reste, M. Brisson, de l'académie des sciences, a reconnu par des expériences très-bien faites, qu'en même temps que l'écrouissement diminue la ductilité des métaux, il augmente leur densité, qu'ils deviennent par conséquent d'une plus grande pesanteur spécifique, et que cet excédant de densité s'évanouit par le recuit.

La fixité au feu, qu'on regarde encore comme une des propriétés essentielles de l'or, n'est pas aussi absolue ni même aussi grande qu'on le croit vulgairement, d'après les expériences de Boyle et de Kunckel ; ils ont, disent-ils, tenu pendant quelques semaines de l'or en fusion sans aucune perte sur son poids : cependant je suis assuré, par des expériences faites dès l'année 1747*, à mon miroir de réflexion, que l'or fume et se sublime en vapeurs, même avant de se fondre ; on sait d'ailleurs qu'au moment que ce métal devient rouge, et qu'il est sur le point d'entrer en fusion, il s'élève à sa surface une petite flamme d'un verd léger : et M. Macquer, notre savant professeur de chimie, a suivi les progrès de l'or en fonte au foyer d'un miroir réfringent, et a reconnu de même qu'il continuoit de fumer et de s'exhaler en vapeur ; il a démontré que cette vapeur étoit métallique, qu'elle saisissoit et doroit l'argent ou les autres matières qu'on tenoit au-dessus de cet or fumant. Il n'est donc pas douteux que l'or ne se sublime en vapeurs

* Voyez les Mémoires sur les miroirs ardens, tomes V et VI.

métalliques, non seulement après, mais même avant sa fonte au foyer des miroirs ardens : ainsi ce n'est pas la très-grande violence de ce feu du soleil qui produit cet effet, puisque la sublimation s'opère à un degré de chaleur assez médiocre, et avant que ce métal entre en fusion; dès lors, si les expériences de Boyle et de Kunckel sont exactes, l'on sera forcé de convenir que l'effet de notre feu sur l'or n'est pas le même que celui du feu solaire, et que s'il ne perd rien au premier, il peut perdre beaucoup et peut-être tout au second. Mais je ne puis m'empêcher de douter de la réalité de cette différence d'effets du feu solaire et de nos feux, et je présume que ces expériences de Boyle et de Kunckel n'ont pas été suivies avec assez de précision pour en conclure que l'or est absolument fixe au feu de nos fourneaux.

L'opacité est encore une de ces qualités qu'on donne à l'or par excellence au-dessus de toute autre matière; elle dépend, dit-on, de la *grande densité de ce métal : la feuille d'or la plus mince ne laisse passer de la lumière que par les gerçures accidentelles qui s'y trouvent.* Si cela étoit, les matières les

plus denses seroient toujours les plus opaques; mais souvent on observe le contraire, et l'on connoît des matières très-légères qui sont entièrement opaques, et des matières pesantes qui sont transparentes. D'ailleurs les feuilles de l'or battu laissent non seulement passer de la lumière par leurs gerçures accidentelles, mais à travers leurs pores, et Boyle a, ce me semble, observé le premier que cette lumière qui traverse l'or est bleue : or les rayons bleus sont les plus petits atomes de la lumière solaire; ceux des rayons rouges et jaunes sont les plus gros; et c'est peut-être par cette raison que les bleus peuvent passer à travers l'or réduit en feuilles, tandis que les autres, qui sont plus gros, ne sont point admis ou sont tous réfléchis; et cette lumière bleue étant uniformément apparente sur toute l'étendue de la feuille, on ne peut douter qu'elle n'ait passé par ses pores et non par les gerçures. Ceci n'a rapport qu'à l'effet; mais pour la cause, si l'opacité, qui est le contraire de la transparence, ne dépendoit que de la densité, l'or seroit certainement le corps le plus opaque, comme l'air est le plus transparent : mais combien n'y a-t-il pas

d'exemples du contraire? Le crystal de roche, si transparent, n'est-il pas plus dense que la plupart des terres ou pierres opaques? Et si l'on attribue la transparence à l'homogénéité, l'or, dont lès parties paroissent être homogènes, ne devroit-il pas être très-transparent? Il me semble donc que l'opacité ne dépend ni de la densité de la matière, ni de l'homogénéité de ses parties, et que la première cause de la transparence est la disposition régulière des parties constituantes et des pores; que quand ces mêmes parties se trouvent disposées en formes régulières, et posées de manière à laisser entre elles des vides situés dans la même direction, alors la matière doit être transparente, et qu'elle est au contraire nécessairement opaque dès que les pores ne sont pas situés dans des directions correspondantes.

Et cette disposition qui fait la transparence s'oppose à la ténacité : aussi les corps transparens sont en général plus friables que les corps opaques; et l'or, dont les parties sont fort homogènes et la ténacité très-grande, n'a pas ses parties ainsi disposées : on voit en le rompant qu'elles sont, pour ainsi dire,

engrenées les unes dans les autres ; elles présentent au microscope de petits angles prismatiques, saillans et rentrans. C'est donc de cette disposition de ses parties constituantes que l'or tient sa grande opacité, qui du reste ne paroît en effet si grande que parce que sa densité permet d'étendre en une surface immense une très-petite masse, et que la feuille d'or, quelque mince qu'elle soit, est toujours plus dense que toute autre matière. Cependant cette disposition des vides ou pores dans les corps n'est pas la seule cause qui puisse produire la transparence ; le corps transparent n'est, dans ce premier cas, qu'un crible par lequel peut passer la lumière : mais lorsque les vides sont très-petits, la lumière est quelquefois repoussée au lieu d'être admise ; il faut qu'il y ait attraction entre les parties de la matière et les atomes de la lumière pour qu'ils la pénètrent ; car l'on ne doit pas considérer ici les pores comme des gerçures ou des trous, mais comme des interstices d'autant plus petits et plus serrés que la matière est plus dense : or, si les rayons de lumière n'ont point d'affinité avec le corps sur lequel ils tombent, ils seront réfléchis

et ne le pénétreront pas. L'huile dont on humecte le papier pour le rendre transparent, en remplit et bouche en même temps les pores : elle ne produit donc la transparence que parce qu'elle donne au papier plus d'affinité qu'il n'en avoit avec la lumière, et l'on pourroit démontrer par plusieurs autres exemples l'effet de cette attraction de transmission de la lumière, ou des autres fluides dans les corps solides ; et peut-être l'or, dont la feuille mince laisse passer les rayons bleus de la lumière à l'exclusion de tous les autres rayons, a-t-il plus d'affinité avec ces rayons bleus, qui dès lors sont admis, tandis que les autres sont tous repoussés.

Toutes les restrictions que nous venons de faire sur la fixité, la ductilité et l'opacité de l'or, qu'on a regardées comme des propriétés trop absolues, n'empêchent pas qu'il n'ait au plus haut degré toutes les qualités qui caractérisent la noble substance du plus parfait métal ; car il faut encore ajouter à sa prééminence en densité et en ténacité, celle d'une essence indestructible et d'une durée presque éternelle. Il est inaltérable, ou du moins plus durable, plus impassible qu'aucune autre

substance ; il oppose une résistance invincible à l'action des élémens humides, à celle du soufre et des acides les plus puissans, et des sels les plus corrosifs : néanmoins nous avons trouvé par notre art non seulement les moyens de le dissoudre, mais encore ceux de le dépouiller de la plupart de ses qualités ; et si la Nature n'en a pas fait autant, c'est que la main de l'homme, conduite par l'esprit, a souvent plus fait qu'elle : et sans sortir de notre sujet, nous verrons que l'or dissous, l'or précipité, l'or fulminant, etc., ne se trouvant pas dans la Nature, ce sont autant de combinaisons nouvelles, toutes résultant de notre intelligence. Ce n'est pas qu'il soit physiquement impossible qu'il y ait dans le sein de la terre de l'or dissous, précipité et minéralisé, puisque nous pouvons le dissoudre et le précipiter de sa dissolution, et puisque dans cet état de précipité il peut être saisi par les acides simples comme les autres métaux, et se montrer par conséquent sous une forme minéralisée ; mais comme cette dissolution suppose la réunion de deux acides, et que ce précipité ne peut s'opérer que par une troisième combinaison, il n'est

pas étonnant qu'on ne trouve que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre*, tandis que tous les autres métaux se présentent presque toujours sous cette forme, qu'ils reçoivent d'autant plus aisément qu'ils sont plus susceptibles d'être attaqués par les sels de la terre et par les impressions des élémens humides.

On n'a jamais trouvé de précipités d'or, ni d'or fulminant, dans le sein de la terre : la raison en deviendra sensible si l'on considère en particulier chacune des combinaisons nécessaires pour produire ces précipités; d'abord on ne peut dissoudre l'or que par deux puissances réunies et combinées, l'acide nitreux avec l'acide marin, ou le soufre avec l'alcali; et la réunion de ces deux substances actives doit être très-rare dans la Nature, puisque les acides et les alcalis,

* L'or est minéralisé, dit-on, dans la mine de *Nagiach;* on prétend aussi que le *zinopel* ou *sinople* provient de la décomposition de l'or faite par la Nature, sous la forme d'une terre ou chaux couleur de pourpre : mais je doute que ces faits soient bien constatés.

tels que nous les employons, sont eux-mêmes des produits de notre art, et que le soufre natif n'est aussi qu'un produit des volcans. Ces raisons sont les mêmes et encore plus fortes pour les précipités d'or; car il faut une troisième combinaison pour le tirer de sa dissolution, au moyen du mélange de quelque autre matière avec laquelle le dissolvant ait plus d'affinité qu'avec l'or; et ensuite, pour que ce précipité puisse acquérir la propriété fulminante, il faut encore choisir une matière entre toutes les autres qui peuvent également précipiter l'or de sa dissolution : cette matière est l'alcali volatil, sans lequel il ne peut devenir fulminant; cet alcali volatil est le seul intermède qui dégage subitement l'air et cause la fulmination; car s'il n'est point entré d'alcali volatil dans la dissolution de l'or, et qu'on le précipite avec l'alcali fixe ou toute autre matière, il ne sera pas fulminant : enfin il faut encore lui communiquer une assez forte chaleur pour qu'il exerce cette action fulminante : or toutes ces conditions réunies ne peuvent se rencontrer dans le sein de la terre, et dès lors il est sûr qu'on n'y trouvera jamais de l'or

fulminant. On sait que l'explosion de cet or fulminant est beaucoup plus violente que celle de la poudre à canon, et qu'elle pourroit produire des effets encore plus terribles, et même s'exercer d'une manière plus insidieuse, parce qu'il ne faut ni feu, ni même une étincelle, et que la chaleur seule, produite par un frottement assez léger, suffit pour causer une explosion subite et foudroyante.

On a, ce me semble, vainement tenté l'explication de ce phénomène prodigieux; cependant, en faisant attention à toutes les circonstances, et en comparant leurs rapports, il me semble qu'on peut au moins en tirer des raisons satisfaisantes et très-plausibles sur la cause de cet effet : si dans l'eau régale, dont on se sert pour la dissolution de l'or, il n'est point entré d'alcali volatil, soit sous sa forme propre, soit sous celle du sel ammoniac, de quelque manière et avec quelque intermède qu'on précipite ce métal, il ne sera ni ne deviendra fulminant, à moins qu'on ne se serve de l'alcali volatil pour cette précipitation; lorsqu'au contraire la dissolution sera faite avec le sel ammo-

niac, qui toujours contient de l'alcali volatil, de quelque manière et avec quelque intermède que l'on fasse la précipitation, l'or deviendra toujours fulminant. Il est donc assez clair que cette qualité fulminante ne lui vient que de l'action ou du mélange de l'alcali volatil, et l'on ne doit pas être incertain sur ce point, puisque ce précipité fulminant pèse un quart de plus que l'or dont il est le produit; dès lors ce quart en sus de matière étrangère qui s'est alliée avec l'or dans ce précipité, n'est autre chose, du moins en grande partie, que de l'alcali volatil: mais cet alcali contient, indépendamment de son sel, une grande quantité d'air inflammable, c'est-à-dire, d'air élastique mêlé de feu; dès lors il n'est pas surprenant que ce feu ou cet air inflammable contenu dans l'alcali volatil, qui se trouve pour un quart incorporé avec l'or, ne s'enflamme en effet par la chaleur, et ne produise une explosion d'autant plus violente que les molécules de l'or dans lesquelles il est engagé sont plus massives et plus résistantes à l'action de cet élément incoercible, et dont les effets sont d'autant plus violens que les

résistances sont plus grandes. C'est par cette même raison de l'air inflammable contenu dans l'or fulminant, que cette qualité fulminante est détruite par le soufre mêlé avec ce précipité; car le soufre, qui n'est que la matière du feu fixée par l'acide, a la plus grande affinité avec cette même matière du feu contenue dans l'alcali volatil : il doit donc lui enlever ce feu, et dès lors la cause de l'explosion est ou diminuée ou même anéantie par ce mélange du soufre avec l'or fulminant.

Au reste, l'or fulmine avant d'être chauffé jusqu'au rouge, dans les vaisseaux clos comme en plein air : mais, quoique cette chaleur nécessaire pour produire la fulmination ne soit pas très-grande, il est certain qu'il n'y a nulle part, dans le sein de la terre, un tel degré de chaleur, à l'exception des lieux voisins des feux souterrains, et que par conséquent il ne peut se trouver d'or fulminant que dans les volcans, dont il est possible qu'il ait quelquefois augmenté les terribles effets; mais, par son explosion même, cet or fulminant se trouve tout-à-coup anéanti, ou du moins perdu et dispersé

en atomes infiniment petits*. Il n'est donc pas étonnant qu'on n'ait jamais trouvé d'or fulminant dans la Nature, puisque, d'une part, le feu ou la chaleur le détruit en le faisant fulminer, et que, d'autre part, il ne pourroit exercer cette action fulminante dans l'intérieur de la terre, au degré de sa température actuelle. Au reste, on ne doit

* M. Macquer, après avoir cité quelques exemples funestes des accidens arrivés par la fulmination de l'or à des chimistes peu attentifs ou trop courageux, dit qu'ayant fait fulminer dans une grande cloche de verre une quantité de ce précipité assez petite pour n'en avoir rien à craindre, on a trouvé, après la détonation, sur les parois de la cloche, l'or en nature que cette détonation n'avoit point altéré. Comme cela pourroit induire en erreur, je crois devoir observer que cette matière qui avoit frappé contre les parois du vaisseau et s'y étoit attachée, n'étoit pas, comme il le dit, *de l'or en nature*, mais de l'or précipité; ce qui est fort différent, puisque celui-ci a perdu la principale propriété de sa nature, qui est d'être inaltérable, indissoluble par les acides simples, et que tous les acides peuvent au contraire altérer et même dissoudre ce précipité.

pas oublier qu'en général les précipités d'or, lorsqu'ils sont réduits, sont à la vérité toujours de l'or; mais que dans leur etat de précipité, et avant la réduction, ils ne sont pas, comme l'or même, inalterables, indestructibles, etc. Leur essence n'est donc plus la même que celle de l'or de nature : tous les acides mineraux ou végétaux, et même les simples acerbes, tels que la noix de galle, agissent sur ces précipités et peuvent les dissoudre, tandis que l'or en métal n'en éprouve aucune altération; les précipités de l'or ressemblent donc, à cet égard, aux métaux imparfaits, et peuvent par conséquent être altérés de même et minéralisés. Mais nous venons de prouver que les combinaisons nécessaires pour faire des précipités d'or n'ont guère pu se trouver dans la Nature, et c'est sans doute par cette raison qu'il n'existe réellement que peu ou point d'or minéralisé dans le sein de la terre; et s'il en existoit, cet or minéralisé seroit en effet très-différent de l'autre : on pourroit le dissoudre avec tous les acides, puisqu'ils dissolvent les précipités dont se seroit formé cet or minéralisé.

Il ne faut qu'une petite quantité d'acide

marin mêlée à l'acide nitreux pour dissoudre l'or; mais la meilleure proportion est de quatre parties d'acide nitreux et une partie de sel ammoniac. Cette dissolution est d'une belle couleur jaune; et lorsque ces dissolvans sont pleinement saturés, elle devient claire et transparente; dans tout état, elle teint en violet plus ou moins foncé toutes les substances animales : si on la fait évaporer, elle donne en se refroidissant des crystaux d'un beau jaune transparent; et si l'on pousse plus loin l'évaporation au moyen de la chaleur, les crystaux disparoissent, et il ne reste qu'une poudre jaune et très-fine qui n'a pas le brillant métallique.

Quoiqu'on puisse précipiter l'or dissous dans l'eau régale avec tous les autres métaux, avec les alcalis, les terres calcaires, etc. c'est l'alcali volatil qui, de toutes les matières connues, est la plus propre à cet effet; il réduit l'or plus promptement que les alcalis fixes ou les métaux : ceux-ci changent la couleur du précipité; par exemple, l'étain lui donne la belle couleur pourpre qu'on emploie sur nos porcelaines.

L'or pur a peu d'éclat, et sa couleur jaune

est assez matte; le mélange de l'argent le blanchit, celui du cuivre le rougit; le fer lui communique sa couleur; une partie d'acier fondue avec cinq parties d'or pur, lui donne la couleur du fer poli. Les bijoutiers se servent avec avantage de ces mélanges pour les ouvrages où ils ont besoin d'or de différentes couleurs. L'on connoît en chimie des procédés par lesquels on peut donner aux précipités de l'or les plus belles couleurs, pourpre, rouge, verte, etc. : ces couleurs sont fixes et peuvent s'employer dans les émaux; le borax blanchit l'or plus que tout autre mélange, et le nitre lui rend la couleur jaune que le borax avoit fait disparoître.

Quoique l'or soit le plus compacte et le plus tenace des métaux, il n'est néanmoins que peu élastique et peu sonore : il est très-flexible, et plus mou que l'argent, le cuivre, et le fer, qui de tous est le plus dur; il n'y a que le plomb et l'étain qui aient plus de mollesse que l'or, et qui soient moins élastiques ; mais quelque flexible qu'il soit, on a beaucoup de peine à le rompre. Les voyageurs disent que l'or de Malaca, qu'on croit

venir de Madagascar, et qui est presque tout blanc, se fond aussi promptement que du plomb. On assure aussi qu'on trouve dans les sables de quelques rivières de ces contrées, des grains d'or que l'on peut couper au couteau, et que même cet or est si mou, qu'il peut recevoir aisément l'empreinte d'un cachet; il se fond à peu près comme du plomb, et l'on prétend que cet or est le plus pur de tous : ce qu'il y a de certain, c'est que plus ce métal est pur et moins il est dur; il n'a, dans cet état de pureté, ni odeur ni saveur sensible, même après avoir été fortement frotté ou chauffé. Malgré sa mollesse, il est cependant susceptible d'un assez grand degré de dureté par l'écrouissement, c'est-à-dire, par la percussion souvent réitérée du marteau, ou par la compression successive et forcée de la filière; il perd même alors une grande partie de sa ductilité et devient assez cassant. Tous les métaux acquièrent de même un excès de dureté par l'écrouissement : mais on peut toujours détruire cet effet en les faisant recuire au feu, et l'or, qui est le plus doux, le plus ductile de tous, ne laisse pas de perdre cette ductilité par une

forte et longue percussion; il devient non seulement plus dur, plus élastique, plus sonore, mais même il se gerce sur ses bords lorsqu'on lui fait subir une extension forcée sous les rouleaux du laminoir : néanmoins il perd par le recuit ce fort écrouissement plus aisément qu'aucun autre métal; il ne faut pour cela que le chauffer, pas même jusqu'au rouge, au lieu que le cuivre et le fer doivent être pénétrés de feu pour perdre leur écrouissement.

Après avoir exposé les principales propriétés de l'or, nous devons indiquer aussi les moyens dont on se sert pour le séparer des autres métaux ou des matières hétérogènes avec lesquelles il se trouve souvent mêlé. Dans les travaux en grand, on ne se sert que du plomb, qui, par la fusion, sépare de l'or toutes ces matières étrangères en les scorifiant; on emploie aussi le mercure, qui, par amalgame, en fait, pour ainsi dire, l'extrait en s'y attachant de préférence. Dans les travaux chimiques, on fait plus souvent usage des acides. « Pour séparer l'or de toute « autre matière métallique, on le traite, dit « mon savant ami, M. de Morveau, soit avec

« des sels qui attaquent les métaux imparfaits « à l'aide d'une chaleur violente, et qui s'ap- « proprient même l'argent qui pourroit lui « être allié, tels que le vitriol, le nitre et le « sel marin ; soit par le soufre ou par l'anti- « moine, qui en contient abondamment ; soit « enfin par la coupellation, qui consiste à « mêler l'or avec le double de son poids envi- « ron de plomb, qui, en se vitrifiant, en- « traîne avec lui et scorifie tous les autres « métaux imparfaits ; de sorte que le bouton « de fin reste seul sur la coupelle, qui absorbe « dans ses pores la litharge de plomb et les « autres matières qu'elle a scorifiées ». La coupellation laisse donc l'or encore allié d'argent : mais on peut les séparer par le moyen des acides qui n'attaquent que l'un ou l'autre de ces métaux ; et comme l'or ne se laisse dissoudre par aucun acide simple ni par le soufre, et que tous peuvent dissoudre l'argent, on a, comme l'on voit, plusieurs moyens pour faire la séparation ou le départ de ces deux métaux. On emploie ordinairement l'acide nitreux ; il faut qu'il soit pur, mais non pas trop fort ou concentré : c'est de tous les acides celui qui dissout l'argent

avec plus d'énergie et sans aide de la chaleur, ou tout au plus avec une petite chaleur pour commencer la dissolution.

En général, pour que toute dissolution s'opère, il faut non seulement qu'il y ait une grande affinité entre le dissolvant et la matière à dissoudre, mais encore que l'une de ces deux matières soit fluide pour pouvoir pénétrer l'autre, en remplir tous les pores, et détruire par la force d'affinité celle de la cohérence des parties de la matière solide. Le mercure, par sa fluidité et par sa très-grande affinité avec l'or, doit être regardé comme l'un de ses dissolvans; car il le pénètre et semble le diviser dans toutes ses parties : cependant ce n'est qu'une union, une espèce d'alliage, et non pas une dissolution; et l'on a eu raison de donner à cet alliage le nom d'*amalgame*, parce que l'amalgame se détruit par la seule évaporation du mercure, et que d'ailleurs tous les vrais alliages ne peuvent se faire que par le feu, tandis que l'amalgame peut se faire à froid, et qu'il ne produit qu'une union particulière, qui est moins intime que celle des alliages naturels ou faits par la fusion : et en effet, cet amalgame ne prend jamais d'autre

solidité que celle d'une pâte assez molle, toujours participant de la fluidité du mercure, avec quelque métal qu'on puisse l'unir ou le mêler. Cependant l'amalgame se fait encore mieux à chaud qu'à froid : le mercure, quoique du nombre des liquides, n'a pas la propriété de mouiller les matières terreuses, ni même les chaux métalliques ; il ne contracte d'union qu'avec les métaux qui sont sous leur forme de métal ; une assez petite quantité de mercure suffit pour les rendre friables, en sorte qu'on peut dans cet état les réduire en poudre par une simple trituration, et avec une plus grande quantité de mercure on en fait une pâte, mais qui n'a ni cohérence ni ductilité : c'est de cette manière très-simple qu'on peut amalgamer l'or, qui, de tous les métaux, a la plus grande affinité avec le mercure ; elle est si puisante, qu'on la prendroit pour une espèce de magnétisme. L'or blanchit dès qu'il est touché par le mercure, pour peu même qu'il en reçoive les émanations : mais dans les métaux qui ne s'unissent avec lui que difficilement, il faut, pour le succès de l'amalgame, employer le secours du feu, en réduisant d'a-

bord le métal en poudre très-fine, et faisant ensuite chauffer le mercure à peu près au point où il commence à se volatiliser : on fait en même temps et séparément rougir la poudre du métal, et tout de suite on la triture avec le mercure chaud. C'est de cette manière qu'on l'amalgame avec le cuivre; mais l'on ne connoît aucun moyen de lui faire contracter union avec le fer.

Le vrai dissolvant de l'or est, comme nous l'avons dit, l'eau régale composée de deux acides, le nitreux et le marin; et comme s'il falloit toujours deux puissances réunies pour domter ce métal, on peut encore le dissoudre par le foie de soufre, qui est un composé de soufre et d'alcali fixe. Cependant cette dernière dissolution a besoin d'être aidée, et ne se fait que par le moyen du feu. On met l'or en poudre très-fine ou en feuilles brisées dans un creuset, avec du foie de soufre; on les fait fondre ensemble, et l'or disparoît dans le produit de cette fusion : mais en faisant dissoudre dans l'eau ce même produit, l'or y reste en parfaite dissolution, et il est aisé de le tirer par précipitation.

Les alliages de l'or avec l'argent et le cuivre

sont fort en usage pour les monnoies et pour les ouvrages d'orfévrerie ; on peut de même l'allier avec tous les autres métaux : mais tout alliage lui fait perdre plus ou moins de sa ductilité, et la plus petite quantité d'étain, ou même la seule vapeur de ce métal, suffisent pour le rendre aigre et cassant ; l'argent est celui de tous qui diminue le moins sa très-grande ductilité.

L'or naturel et natif est presque toujours allié d'argent en plus ou moins grande proportion ; cet alliage lui donne de la fermeté et pâlit sa couleur : mais le mélange du cuivre l'exalte, la rend d'un jaune plus rouge, et donne à l'or un assez grand degré de dureté ; c'est par cette dernière raison que, quoique cet alliage du cuivre avec l'or en diminue la densité au-delà des proportions du mélange, il est néanmoins fort en usage pour les monnoies, qui ne doivent ni se plier, ni s'effacer, ni s'étendre, et qui auroient tous ces inconvéniens si elles étoient fabriquées d'or pur.

Suivant M. Geller, l'alliage de l'or avec le plomb devient spécifiquement plus pesant, et il y a pénétration entre ces deux métaux ;

tandis que le contraire arrive dans l'alliage de l'or et de l'étain, dont la pesanteur spécifique est moindre : l'alliage de l'or avec le fer devient aussi spécifiquement plus léger; il n'y a donc nulle pénétration entre ces deux métaux, mais une simple union de leurs parties, qui augmente le volume de la masse, au lieu de le diminuer, comme le fait la pénétration. Cependant ces deux métaux, dont les parties constituantes ne paroissent pas se réunir d'assez près dans la fusion, ne laissent pas d'avoir ensemble une grande affinité; car l'or se trouve souvent, dans la Nature, mêlé avec le fer, et de plus il facilite au feu la fusion de ce métal. Nos habiles artistes devroient donc mettre à profit cette propriété de l'or, et le préférer au cuivre, pour souder les petits ouvrages d'acier qui demandent le plus grand soin et la plus grande solidité; et ce qui semble prouver encore la grande affinité de l'or avec le fer, c'est que quand ces deux métaux se trouvent alliés, on ne peut les séparer en entier par le moyen du plomb; et il en est de même de l'argent allié au fer, on est obligé d'y ajouter du bismuth pour achever de les purifier.

L'alliage de l'or avec le zinc produit un composé dont la masse est spécifiquement plus pesante que la somme des pesanteurs spécifiques de ces deux matières composantes ; il y a donc pénétration dans le mélange de ce métal avec ce demi-métal, puisque le volume en devient plus petit : on a observé la même chose dans l'alliage de l'or et du bismuth. Au reste, on a fait un nombre prodigieux d'essais du mélange de l'or avec toutes les autres matières métalliques, que je ne pourrois rapporter ici sans tomber dans une trop grande prolixité.

Les chimistes ont recherché avec soin les affinités de ce métal, tant avec les substances naturelles qu'avec celles qui ne sont que le produit de nos arts ; et il s'est trouvé que ces affinités étoient dans l'ordre suivant. 1°. l'eau régale, 2°. le foie de soufre, 3°. le mercure, 4°. l'éther, 5°. l'argent, 6°. le fer, 7°. le plomb. L'or a aussi beaucoup d'affinité avec les substances huileuses, volatiles et atténuées, telles que les huiles essentielles des plantes aromatiques, l'esprit-de-vin, et surtout l'éther ; il en a aussi avec les bitumes liquides, tels que le naphte et le pétrole ;

d'où l'on peut conclure qu'en général c'est avec les matières qui contiennent le plus de principes inflammables et volatils que l'or a le plus d'affinité; et dès lors on n'est pas en droit de regarder comme une chimère absurde l'idée que l'or rendu potable peut produire quelque effet dans les corps organisés, qui, de tous les êtres, sont ceux dont la substance contient la plus grande quantité de matière inflammable et volatile, et que, par conséquent, l'or extrêmement divisé puisse y produire de bons ou de mauvais effets, suivant les circonstances et les différens états où se trouvent ces mêmes corps organisés. Il me semble donc qu'on peut se tromper en prononçant affirmativement sur la nullité des effets de l'or pris intérieurement, comme remède, dans certaines maladies, parce que le médecin ni personne ne peut connoître tous les rapports que ce métal très-atténué peut avoir avec le feu qui nous anime.

Il en est de même de cette fameuse recherche appelée *le grand œuvre*, qu'on doit rejeter en bonne morale, mais qu'en saine physique l'on ne peut pas traiter d'impossible. On fait bien de dégoûter ceux qui voudroient

se livrer à ce travail pénible et ruineux, qui, même fût-il suivi du succès, ne seroit utile en rien à la société : mais pourquoi prononcer d'une manière décidée que la transmutation des métaux soit absolument impossible, puisque nous ne pouvons douter que toutes les matières terrestres, et même les élémens, ne soient tous convertibles; qu'indépendamment de cette vue spéculative, nous connoissons plusieurs alliages dans lesquels la matière des métaux se pénètre et augmente de densité? L'essence de l'or consiste dans la prééminence de cette qualité; et toute matière qui par le mélange obtiendroit le même degré de densité, ne seroit-elle pas de l'or ? Ces métaux mélangés, que l'alliage rend spécifiquement plus pesans par leur pénétration réciproque, ne semblent-ils pas nous indiquer qu'il doit y avoir d'autres combinaisons où cette pénétration étant encore plus intime, la densité deviendroit plus grande ?

On ne connoissoit ci-devant rien de plus dense que le mercure après l'or; mais on a récemment découvert la platine : ce minéral nous présente l'une de ces combinaisons où

la densité se trouve prodigieusement augmentée, et plus que moyenne entre celle du mercure et celle de l'or. Mais nous n'avons aucun exemple qui puisse nous mettre en droit de prononcer qu'il y ait dans la Nature des substances plus denses que l'or, ni des moyens d'en former par notre art : notre plus grand chef-d'œuvre seroit en effet d'augmenter la densité de la matière, au point de lui donner la pesanteur de ce métal; peut-être ce chef-d'œuvre n'est-il pas impossible, et peut-être même y est-on parvenu; car, dans le grand nombre des faits exagérés ou faux qui nous ont été transmis au sujet du *grand œuvre*, il y en a quelques uns dont il me paroît assez difficile de douter : mais cela ne nous empêche pas de mépriser et même de condamner tous ceux qui, par cupidité, se livrent à cette recherche, souvent même sans avoir les connoissances nécessaires pour se conduire dans leurs travaux ; car il faut avouer qu'on ne peut rien tirer des livres d'alchimie ; ni la *Table hermétique*, ni la *Tourbe des philosophes*, ni *Philalèthe*, et quelques autres que j'ai pris la peine de lire*,

* Je puis même dire que j'ai vu un bon nombre

et même d'étudier, ne m'ont présenté que des obscurités, des procédés inintelligibles, où je n'ai rien apperçu, et dont je n'ai pu rien conclure, sinon que tous ces chercheurs de pierre philosophale ont regardé le mercure comme la base commune des métaux, et surtout de l'or et de l'argent. Becher, avec sa *terre mercurielle,* ne s'éloigne pas beaucoup de cette opinion; il prétend même avoir trouvé le moyen de fixer cette base commune des métaux. Mais s'il est vrai que le mercure ne se fixe en effet que par un froid extrême, il n'y a guère d'apparence que le feu des fourneaux de tous ces chimistes ait produit le même effet : cependant on auroit tort de nier absolument la possibilité de ce changement d'état dans le mercure, puisque, malgré la fluidité qui lui paroît être essentielle, il est dans le cinabre sous une forme solide, et que nous ne savons pas si sa substance ou sa va-

de ces messieurs *adeptes,* dont quelques uns sont venus de fort loin pour me consulter, disoient-ils, et me faire part de leurs travaux ; mais tous ont bientôt été dégoûtés de ma conversation par mon peu d'enthousiasme.

peur, mêlée avec quelque autre matière que le soufre, ne prendroit pas une forme encore plus solide, plus concrète et plus dense. Le projet de la transmutation des métaux et celui de la fixation du mercure doivent donc être rejetés, non comme des idées chimériques ni des absurdités, mais comme des entreprises téméraires, dont le succès est plus que douteux. Nous sommes encore si loin de connoître tous les effets des puissances de la Nature, que nous ne devons pas les juger exclusivement par celles qui nous sont connues, d'autant que toutes les combinaisons possibles ne sont pas, à beaucoup près, épuisées, et qu'il nous reste sans doute plus de choses à découvrir que nous n'en connoissons.

En attendant que nous puissions pénétrer plus profondément dans le sein de cette Nature inépuisable, bornons-nous à la contempler et à la décrire par les faces qu'elle nous présente: chaque sujet, même le plus simple, ne laisse pas d'offrir un si grand nombre de rapports, que l'ensemble en est encore très-difficile à saisir. Ce que nous avons dit jusqu'ici sur l'or, n'est pas, à beaucoup près,

tout ce qu'on pourroit en dire ; ne négligeons, s'il est possible, aucune observation, aucun fait remarquable sur ses mines, sur la manière de les travailler, et sur les lieux où on les trouve. L'or, dans ses mines primitives, est ordinairement en filets, en rameaux, en feuilles, et quelquefois crystallisé en très-petits grains de forme octaèdre. Cette crystallisation, ainsi que toutes ces ramifications, n'ont pas été produites par l'intermède de l'eau, mais par l'action du feu primitif qui tenoit encore ce métal en fusion : il a pris toutes ses formes dans les fentes du quartz, quelque temps après sa consolidation. Souvent ce quartz est blanc, et quelquefois il est teint d'un jaune couleur de corne ; ce qui a fait dire à quelques minéralogistes qu'on trouvoit l'or dans la pierre de corne comme dans le quartz : mais la vraie pierre de corne étant d'une formation postérieure à celle du quartz, l'or qui pourroit s'y trouver ne seroit lui-même que de seconde formation ; l'or primordial, fondu ou sublimé par le feu primitif, s'est logé dans les fentes que le quartz, déja décrépité par les agens extérieurs, lui offroit de toutes parts,

et communément il s'y trouve allié d'argent, parce qu'il ne faut qu'à peu près le même degré de chaleur pour fondre et sublimer ces deux métaux. Ainsi l'or et l'argent ont occupé en même temps les fentes perpendiculaires de la roche quartzeuse, et ils y ont en commun formé les mines primordiales de ces métaux : toutes les mines secondaires en ont successivement tiré leur origine quand les eaux sont venues dans la suite attaquer ces mines primitives, et en détacher les grains et les parcelles qu'elles ont entraînés et déposés dans le lit des rivières et dans les terres adjacentes; et ces débris métalliques, rapprochés et rassemblés, ont quelquefois formé des agrégats, qu'on reconnoît être des ouvrages de l'eau, soit par leur structure, soit par leur position dans les terres et les sables.

Il n'y a donc point de mines dont l'or soit absolument pur; il est toujours allié d'argent : mais cet alliage varie en différentes proportions, suivant les différentes mines*;

* Pline parle d'un or des Gaules qui ne contenoit qu'un *trente-sixième d'argent*. En admettant le fait, cet or seroit le plus pur qu'on eût jamais trouvé.

et dans la plupart il y a beaucoup plus d'argent que d'or ; car comme la quantité de l'argent s'est trouvée surpasser de beaucoup celle de l'or, les alliages naturels résultans de leur mélange sont presque tous composés d'une bien plus grande quantité d'argent que d'or.

Ce métal mixte de première formation est, comme nous l'avons dit, engagé dans un roc quartzeux auquel il est étroitement uni ; pour l'en tirer, il faut donc commencer par broyer la pierre, en laver la poudre pour en séparer les parties moins pesantes que celles du métal, et achever cette séparation par le moyen du mercure, qui, s'amalgamant avec les particules métalliques, laisse à part le restant de la matière pierreuse : on enlève ensuite le mercure en donnant à cette masse amalgamée un degré de chaleur suffisant pour le volatiliser; après quoi il ne reste plus que la portion métallique, composée d'or et d'argent : on sépare enfin ces deux métaux, autant qu'il est possible, par les opérations du départ, qui cependant ne laissent jamais l'or parfaitement pur *, comme s'il étoit

* Je crois cependant qu'il n'est pas impossible

impossible à notre art de séparer en entier ce que la Nature a réuni; car de quelque manière que l'on procède à cette séparation de l'or et de l'argent, qui, dans la Nature, ne sont le plus souvent qu'une masse commune, ils restent toujours mêlés d'une petite portion du métal qu'on tâche d'en séparer*,

de séparer absolument l'or et l'argent l'un de l'autre en multipliant les opérations et les moyens, et qu'au moins on arriveroit à une approximation si grande, qu'on pourroit regarder comme nulle la portion presque infiniment petite de celui qui resteroit contenu dans l'autre.

* M. Cramer, dans sa *Docimasie*, assure que si le départ se fait par l'eau-forte, il reste toujours une petite portion d'argent unie à l'or, et de même que quand on fait le départ par l'eau régale, il reste toujours une petite portion d'or unie à l'argent, et il estime cette proportion depuis un deux-centième jusqu'à un cent-cinquantième.

M. Tillet observe qu'il est très-vrai qu'on n'obtient pas de l'or parfaitement pur par la voie du départ, mais que cependant il est possible de parvenir à ce but par la dissolution de l'or fin dans l'eau régale, ou par des cémentations réitérées.

de sorte que ni l'or ni l'argent ne sont jamais dans un état de pureté absolue.

Cette opération du *départ*, ou séparation de l'or et de l'argent, suppose d'abord que la masse d'alliage ait été purifiée par le plomb, et qu'elle ne contienne aucune autre matière métallique, sinon de l'or et de l'argent. On peut y procéder de trois manières différentes, en se servant des substances qui, soit à chaud, soit à froid, n'attaquent pas l'or, et peuvent néanmoins dissoudre l'argent. 1°. L'acide nitreux n'attaque pas l'or et dissout l'argent; l'or reste donc seul après la dissolution de l'argent. 2°. L'acide marin, comme l'acide nitreux, a la vertu de dissoudre l'argent sans attaquer l'or, et par conséquent la puissance de les séparer: mais le départ par l'acide nitreux est plus complet et bien plus facile; il se fait par la voie humide et à l'aide d'une très-petite chaleur, au lieu que le départ par l'acide marin, qu'on appelle *départ concentré*, ne peut se faire que par une suite de procédés assez difficiles. 3°. Le soufre a aussi la même propriété de dissoudre l'argent sans toucher à l'or, mais ce n'est qu'à l'aide de la fusion, c'est-à-dire,

d'une chaleur violente; et comme le soufre est très-inflammable, et qu'il se brûle et se volatilise en grande partie en se mêlant au métal fondu, on préfère l'antimoine pour faire cette espèce de départ sec, parce que le soufre étant uni dans l'antimoine aux parties régulines de ce demi-métal, il résiste plus à l'action du feu, et pénètre le métal en fusion, dans lequel il scorifie l'argent et laisse l'or au-dessous. De ces trois agens, l'acide nitreux est celui qu'on doit préférer *,

* MM. Brandt, Schœffer, Bergmann et d'autres, ayant avancé que l'acide nitreux, quoique très-pur, pouvoit dissoudre une certaine quantité d'or, et cet effet paroissant devoir influer sur la sûreté de l'importante opération du départ, les chimistes de notre académie des sciences ont été chargés de faire des expériences à ce sujet; et ces expériences ont prouvé que l'acide nitreux n'attaque point ou très-peu l'or, puisqu'après en avoir séparé l'argent qui y étoit allié, et dont on connoissoit la proportion, on a toujours retrouvé juste la même quantité d'or. Cependant ils ajoutent, dans le rapport de leurs épreuves, « qu'il ne faut pas conclure que, dans « aucun cas, l'acide nitreux ne puisse faire éprouver « à l'or quelque très-foible déchet. L'acide nitreux

la manipulation des deux autres étant plus difficile et la purification plus incomplète que par le premier.

On doit observer que pour faire par l'acide nitreux le départ avec succès, il ne faut pas que la quantité d'or contenue dans l'argent soit de plus de deux cinquièmes; car alors cet acide ne pourroit dissoudre les parties d'argent, qui, dans ce cas, seroient défendues et trop couvertes par celles de l'or pour être attaquées et saisies. S'il se trouve donc plus de deux cinquièmes d'or dans la masse dont on veut faire le départ, on est obligé de la faire fondre, et d'y ajouter autant d'argent qu'il en faut pour qu'il n'y ait en effet que deux cinquièmes d'or dans cette nouvelle masse : ainsi l'on s'assurera d'abord de cette proportion, et il me semble que cela seroit

« le plus pur se charge de quelques particules d'or : « mais nous pouvons assurer que les circonstances « nécessaires à la production de cet effet sont ab- « solument étrangères au départ d'essai ; que dans « ce dernier, lorsqu'on le pratique suivant les règles « et l'usage reçu, il ne peut jamais y avoir le moindre « déchet sur l'or. »

facile par la balance hydrostatique, et que ce moyen seroit bien plus sûr que la pierre de touche et les aiguilles alliées d'or et d'argent à différentes doses, dont se servent les essayeurs pour reconnoître cette quantité dans la masse de ces métaux alliés. On a donc eu raison de proscrire cette pratique dans les monnoies de France *; car ce n'est au vrai qu'un tâtonnement dont il ne peut résulter qu'une estimation incertaine, tandis que par la différente pesanteur spécifique de ces deux métaux on auroit un résultat précis de la proportion de la quantité de chacun dans la masse alliée dont on veut faire le départ. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on s'est à peu près assuré de cette proportion, et que l'or n'y est

* M. Tillet m'écrit, à ce sujet, qu'on ne fait point usage des *touchaux* pour le travail des monnoies de France; le titre des espèces n'y est constaté que par l'opération de l'essai ou du départ. Les orfévres emploient, il est vrai, le touchau dans leur maison commune; mais ce n'est que pour les menus ouvrages en si petit volume, qu'ils offrent à peine la matière de l'essai en règle, et qui sont incapables de supporter le poinçon de marque.

que pour un quart ou au-dessous, on doit employer de l'eau-forte ou acide nitreux bien pur, c'est-à-dire, exempt de tout autre acide, et sur-tout du vitriolique et du marin; on verse cette eau-forte sur le métal réduit en grenailles ou en lames très-minces : il en faut un tiers de plus qu'il n'y a d'argent dans l'alliage. On aide la dissolution par un peu de chaleur, et on la rend complète en renouvelant deux ou trois fois l'eau-forte, qu'on fait même bouillir avant de la séparer de l'or, qui reste seul au fond du vaisseau, et qui n'a besoin que d'être bien lavé dans l'eau chaude pour achever de se nettoyer des petites parties de la dissolution d'argent attachées à sa surface; et lorsqu'on a obtenu l'or, on retire ensuite l'argent de la dissolution, soit en le faisant précipiter, soit en distillant l'eau-forte pour la faire servir une seconde fois.

Toute masse dont on veut faire le départ par cette voie ne doit donc contenir que deux cinquièmes d'or au plus sur trois cinquièmes d'argent; et, dans cet état, la couleur de ces deux métaux alliés est presque aussi blanche que l'argent pur; et loin qu'une

plus grande quantité de ce dernier métal nuisît à l'effet du départ, il est au contraire d'autant plus aisé à faire, que la proportion de l'argent à l'or est plus grande. Ce n'est que quand il y a environ moitié d'or dans l'alliage, qu'on s'en apperçoit à sa couleur, qui commence à prendre un œil de jaune foible.

Pour reconnoître au juste l'aloi ou le titre de l'or, il faut donc faire deux opérations: d'abord le purger, au moyen du plomb, de tout mélange étranger, à l'exception de l'argent, qui lui reste uni, parce que le plomb ne les attaque ni l'un ni l'autre; et ensuite il faut faire le départ par le moyen de l'eau-forte. Ces opérations de l'essai et du départ, quoique bien connues des chimistes, des monnoyeurs et des orfévres, ne laissent pas d'avoir leurs difficultés par la grande précision qu'elles exigent, tant pour le régime du feu que pour le travail des matières, d'autant que par le travail le mieux conduit on ne peut arriver à la séparation entière de ces métaux; car il restera toujours une petite portion d'argent dans l'or le plus

raffiné, comme une portion de plomb dans l'argent le plus épuré *.

Nous ne pouvons nous dispenser de parler des différens emplois de l'or dans les arts, et de l'usage ou plutôt de l'abus qu'on en fait par un vain luxe, pour faire briller nos vêtemens, nos meubles et nos appartemens, en donnant la couleur de l'or à tout ce qui n'en est pas, et l'air de l'opulence aux matières les plus pauvres; et cette ostentation se montre sous mille formes différentes. Ce qu'on appelle *or de couleur* n'en a que l'ap-

* J'observerai ici, avec M. Tillet, qu'on a tort de négliger la petite quantité d'argent que la litharge entraîne toujours dans la coupelle ; car cette quantité négligée donne lieu à des rapports constamment faux de la quantité juste d'argent que contiennent intrinséquement les lingots dont les essayeurs établissent le titre. Ce point assez délicat de docimasie a été traité dans plusieurs Mémoires insérés dans ceux de l'académie des sciences, et notamment dans un Mémoire de M. Tillet, qui se trouve dans le volume de l'année 1769 : on y voit clairement de quelle conséquence il pourroit être qu'on ne négligeât pas la petite quantité de fin que la coupelle absorbe.

parence; ce n'est qu'un simple vernis qui ne contient point d'or, et avec lequel on peut néanmoins donner à l'argent et au cuivre la couleur jaune et brillante de ce précieux métal. Les garnitures en cuivre de nos meubles, les bras, les feux de cheminée, etc. sont peints de ce vernis couleur d'or, ainsi que les cuirs qu'on appelle *dorés*, et qui ne sont réellement qu'étamés et peints ensuite avec ce vernis doré. A la vérité, cette fausse dorure diffère beaucoup de la vraie, et il est très-aisé de les distinguer; mais on fait avec le cuivre réduit en feuilles minces une autre espèce de dorure, qui peut en imposer lorsqu'on la peint avec ce même vernis couleur d'or. La vraie dorure est celle où l'on emploie de l'or : il faut pour cela qu'il soit réduit en feuilles très-minces ou en poudre fort fine; et pour dorer tout métal il suffit d'en bien nettoyer la surface, de le faire chauffer, et d'y appliquer exactement ces feuilles ou cette poudre d'or, par la pression et le frottement doux d'une pierre hématite, qui le brillante et le fait adhérer. Quelque simple que soit cette manière de dorer, il y en a une autre peut-être encore plus facile;

c'est d'étendre sur le métal qu'on veut dorer, un amalgame d'or et de mercure, de le chauffer ensuite assez pour faire exhaler en vapeurs le mercure, qui laisse l'or sur le métal, qu'il ne s'agit plus que de frotter avec le brunissoir pour le rendre brillant : il y a encore d'autres manières de dorer. Mais c'est peut-être déja trop en histoire naturelle que de donner les principales pratiques de nos arts.

Mais nous laisserions imparfaite cette histoire de l'or, si nous ne rapportions pas ici tous les renseignemens que nous avons recueillis sur les différens lieux où se trouve ce métal. Il est, comme nous l'avons dit, universellement répandu, mais en atomes infiniment petits, et il n'y a que quelques endroits particuliers où il se présente en particules sensibles et en masses assez palpables pour être recueillies. En parcourant dans cette vue les quatre parties du monde, on verra qu'il n'y a que peu de mines d'or proprement dites dans les régions du Nord, quoiqu'il y ait plusieurs mines d'argent, qui présque toujours est allié d'une petite quantité d'or. Il se trouve aussi très-peu de vraies mines d'or dans les climats tempérés; il y

en a seulement quelques unes où l'on a rencontré de petits morceaux de ce métal massif: mais, dans presque toutes, l'or n'est qu'en petite quantité dans l'argent, avec lequel il est toujours mêlé. Les mines d'or les plus riches sont dans les pays les plus chauds, et particulièrement dans ceux où les hommes ne se sont pas anciennement établis en société policée, comme en Afrique et en Amérique; car il est très-probable que l'or est le premier métal dont on se soit servi : plus remarquable par son poids qu'aucun autre, et plus fusible que le cuivre et le fer, il aura bientôt été reconnu, fondu, travaillé. On peut citer pour preuve les Péruviens et les Mexicains, dont les vases et les instrumens étoient d'or, et qui n'en avoient que peu de cuivre et point du tout de fer, quoique ces métaux soient abondans dans leur pays: leurs arts n'étoient, pour ainsi dire, qu'ébauchés, parce qu'eux-mêmes étoient des hommes nouveaux, et qui n'étoient qu'à demi policés depuis cinq ou six siècles. Ainsi, dans les premiers temps de la civilisation de l'espèce humaine, l'or, qui, de tous les métaux, s'est présenté le premier à la surface de la terre,

ou à de petites profondeurs, a été recueilli, employé et travaillé, en sorte que dans les pays peuplés et civilisés plus anciennement que les autres, c'est-à-dire, dans les régions septentrionales et tempérées, il n'est resté pour la postérité que le petit excédant de ce qui n'a pas été consommé; au lieu que dans ces contrées méridionales de l'Afrique et de l'Amérique, qui n'ont été peuplées que les dernières, et où les hommes n'ont jamais été policés, la quantité de ce métal s'est trouvée toute entière, et telle, pour ainsi dire, que la Nature l'avoit produite et confiée à la terre encore vierge. L'homme n'en avoit pas encore déchiré les entrailles, son sein étoit à peine effleuré, lorsque les conquérans du nouveau monde en ont forcé les habitans à la fouiller dans toutes ses parties par des travaux immenses : les Espagnols et les Portugais ont, en moins d'un siècle, plus tiré d'or du Mexique et du Bresil que les naturels du pays n'en avoient recueilli depuis le premier temps de leur population. La Chine, dira-t-on, semble nous offrir un exemple contraire; ce pays, très-anciennement policé, est encore abondant en mines d'or, qu'on

dit être assez riches : mais ne dit-on pas en même temps avec plus de vérité que la plus grande partie de l'or qui circule à la Chine vient des pays étrangers ? Plusieurs empereurs chinois, assez sages, assez humains, pour épargner la sueur et ménager la vie de leurs sujets, ont défendu l'extraction des mines dans toute l'étendue de leur domination * : ces défenses ont subsisté long-temps, et n'ont été qu'assez rarement interrompues. Il se pourroit donc en effet qu'il y eût encore à la Chine des mines intactes et riches, comme dans les contrées heureuses où les hommes n'ont pas été forcés de les fouiller : car les travaux des mines, dans le nouveau monde, ont fait périr, en moins de deux ou trois siècles, plusieurs millions d'hommes ; et cette plaie énorme faite à l'humanité, loin de nous avoir procuré des richesses réelles, n'a servi qu'à nous surcharger d'un poids aussi lourd qu'inutile. Le prix des denrées étant toujours proportionnel à la quantité du métal qui n'en est que le signe,

* Les anciens Romains avoient eu la même sagesse.

l'augmentation de cette quantité est plutôt un mal qu'un bien; vingt fois moins d'or et d'argent rendroient le commerce vingt fois plus léger, puisque tout signe en grosse masse, toute représentation en grand volume, est plus pénible à transporter, coûte plus à manier et circule moins aisément qu'une petite quantité qui représenteroit également et aussi bien la valeur de toute chose. Avant la découverte du nouveau monde il y avoit réellement vingt fois moins d'or et d'argent en Europe; mais les denrées coûtoient vingt fois moins. Qu'avons-nous donc acquis avec ces millions de métal? la charge de leur poids.

Et cette surcharge de quantité deviendroit encore plus grande, et peut-être immense, si la cupidité ne s'opposoit pas à elle-même des obstacles, et n'étoit arrêtée par des bornes qu'elle ne peut franchir. Quelqu'ardente qu'ait été dans tous les temps la soif de l'or, on n'a pas toujours eu les mêmes moyens de l'étancher; ces moyens ont même diminué d'autant plus qu'on s'en est plus servi: par exemple, en supposant, comme nous le faisons ici, qu'avant la conquête du Mexique

et du Pérou il n'y eût en Europe que la vingtième partie de l'or et de l'argent qui s'y trouve aujourd'hui, il est certain que le profit de l'extraction de ces mines étrangères, dans les premières années pendant lesquelles on a doublé cette première quantité, a été plus grand que le profit d'un pareil nombre d'années pendant lesquelles on l'a triplé, et encore bien plus grand que celui des années subséquentes. Le bénéfice réel a donc diminué en même proportion que le nombre des années s'est augmenté, en supposant égalité de produit dans chacune; et si l'on trouvoit actuellement une mine assez riche pour en tirer autant d'or qu'il y en avoit en Europe avant la découverte du nouveau monde, le profit de cette mine ne seroit aujourd'hui que d'un vingtième, tandis qu'alors il auroit été du double. Ainsi plus on a fouillé ces mines riches, et plus on s'est appauvri : richesse toujours fictive et pauvreté réelle dans le premier comme dans le dernier temps; masses d'or et d'argent, signes lourds, monnoies pesantes, dont loin de l'augmenter on devroit diminuer la quantité en fermant ces mines comme autant de gouffres funestes à

l'humanité, d'autant qu'aujourd'hui leur produit suffit à peine pour la subsistance des malheureux qu'on y emploie ou condamne: mais jamais les nations ne se confédéreront pour un bien général à faire au genre humain, et rien ici ne peut nous consoler, sinon l'espérance très-fondée que dans quelques siècles, et peut-être plus tôt, on sera forcé d'abandonner ces affreux travaux, que l'or même, devenu trop commun, ne pourra plus payer.

En attendant, nous sommes obligés de suivre le torrent, et je manquerois à mon objet, si je ne faisois pas ici mention de tous les lieux qui nous fournissent ou peuvent nous fournir ce métal, lequel ne deviendra vil que quand les hommes s'anobliront par des vues de sagesse dont nous sommes encore bien éloignés. On continuera donc à chercher l'or par-tout où il pourra se trouver, sans faire attention que si la recherche coûte à peu près autant que tout autre travail, il n'y a nulle raison d'y employer des hommes qui, par la culture de la terre, se procureroient une subsistance aussi sûre, et augmenteroient en même temps la richesse réelle, le vrai

bien de toute société, par l'abondance des denrées, tandis que celle du métal ne peut y produire que le mal de la disette et d'un surcroît de cherté.

Nous avons en France plusieurs rivières ou ruisseaux qui charient de l'or en paillettes, que l'on recueille dans leurs sables; et il s'en trouve aussi en paillettes et en poudre dans les terres voisines de leurs bords. Les chercheurs de cet or, qu'on appelle *orpailleurs*, gagneroient autant et plus à tout autre métier; car à peine la récolte de ces paillettes d'or va-t-elle à vingt-cinq ou trente sous par jour. Cette même recherche, ou plutôt cet emploi du temps étoit, comme nous venons de le dire, vingt fois plus profitable du temps des Romains, puisque l'orpailleur pouvoit alors gagner vingt fois sa subsistance : mais à mesure que la quantité du métal s'est augmentée, et sur-tout depuis la conquête du nouveau monde, le même travail des orpailleurs a moins produit, et produira toujours de moins en moins; en sorte que ce petit métier déja tombé, tombera tout-à-fait, pour peu que cette quantité de métal augmente encore. L'or d'Amérique a donc enterré l'or

de France, en diminuant vingt fois sa valeur ; il a fait le même tort à l'Espagne, dont les intérêts bien entendus auroient exigé qu'on n'eût tiré des mines de l'Amérique qu'autant d'or qu'il en falloit pour fournir les colonies, et en maintenir la valeur numéraire en Europe, toujours sur le même pied à peu près. Jule-César cite l'Espagne et la partie méridionale des Gaules comme très-abondantes en or : elles l'étoient en effet, et le seroient encore, si nous n'avions pas nous-mêmes changé cette abondance en disette, et diminué la valeur de notre propre bien en recevant celui de l'étranger. L'augmentation de toute quantité ou denrée nécessaire aux besoins ou utile au service de l'homme est certainement un bien ; mais l'augmentation du métal qui n'en est que le signe, ne peut pas être un bien, et ne fait que du mal, puisqu'elle réduit à rien la valeur de ce même métal dans toutes les terres et chez tous les peuples qui s'en sont laissé surcharger par des importations étrangères.

Autant il seroit nécessaire de donner de l'encouragement à la recherche et aux travaux des mines des matières combustibles et

des autres minéraux si utiles aux arts et au bien de la société, autant il seroit sage de faire fermer toutes celles d'or et d'argent, et de laisser consommer peu à peu ces masses trop énormes sous lesquelles sont écrasées nos caisses, sans que nous en soyons plus riches ni plus heureux.

Au reste, tout ce que nous venons de dire ne doit dégrader l'or qu'aux yeux de l'homme sage, et ne lui ôte pas le haut rang qu'il tient dans la Nature; il est le plus parfait des métaux, la première substance entre toutes les substances terrestres, et il mérite à tous égards l'attention du philosophe naturaliste : c'est dans cette vue que nous recueillerons ici les faits relatifs à la recherche de ce métal, et que nous ferons l'énumération des différens lieux où il se trouve.

En France, le Rhin, le Rhône, l'Arve, le Doubs, la Cèze, le Gardon, l'Arriége, la Garonne, le Salat, charient des paillettes et des grains d'or qu'on trouve dans leurs sables, sur-tout aux angles rentrans de ces rivières. Ces paillettes ont souvent leurs bords arrondis ou repliés; et c'est par-là qu'on les distingue encore plus aisément que par le poids,

des paillettes de mica, qui quelquefois sont de la même couleur, et ont même plus de brillant que celles d'or. On trouve aussi d'assez gros grains d'or dans les rigoles formées par les eaux pluviales, dans les terrains montagneux de Fériès et de Bénagues. On a vu de ces grains, dit M. Guettard, qui pesoient une demi-once : ces grains et paillettes d'or sont accompagnés d'un sable ferrugineux. Il ajoute que dès qu'on s'éloigne de ces montagnes seulement de cinq ou six lieues, on ne trouve plus de grains d'or, mais seulement des paillettes très-minces. Cet académicien fait encore mention de l'or en paillettes qu'on a trouvé en Languedoc et dans le pays de Foix. M. de Gensanne dit aussi qu'il y en a dans plusieurs rivières des diocèses d'Uzès et de Montpellier : ces grains et paillettes d'or qui se trouvent dans les rivières et terres adjacentes, viennent, comme je l'ai dit, des mines renfermées dans les montagnes voisines ; mais on ne connoît actuellement qu'un très-petit nombre de ces mines en montagnes*.

* Le pays des Tarbelliens, que quelques uns disent être le territoire de Tarbes, d'autres celui de

Il y en a une dans les Vosges, près de Steingraben, où l'on a trouvé des feuilles d'or vierge d'un haut titre, dans un *spath* fort blanc; une autre à Saint-Marcel-lès-Jussé en Franche-Comté, que l'éboulement des terres n'a pas permis de suivre. Les Romains ont travaillé des mines d'or à la montagne d'Orel en Dauphiné; et l'on connoît encore aujourd'hui une mine d'argent tenant or à l'Hermitage, au-dessus de Tain, et dans la montagne du Pontel en Dauphiné. On en a aussi reconnu à Banjoux en Provence; à Londat, à Rivière et à la montagne d'Argentière, dans le comté de Foix; dans le Bigorre, en Limosin, en Auvergne, et même en Normandie et dans l'île de France. Toutes ces mines et plusieurs autres étoient autrefois bien connues et même exploitées : mais l'augmentation de la quantité du métal venu de l'étranger a fait abandonner le travail de ces mines, dont le produit n'auroit pu payer la dépense, tandis qu'anciennement ce même travail étoit très-profitable.

Dax, produisoit autrefois de l'or, suivant le témoignage de Strabon.

En Hongrie, il y a plusieurs mines d'or dont on tireroit un grand produit, si ce métal n'étoit pas devenu si commun. La plupart de ces mines sont travaillées depuis longtemps, sur-tout dans les montagnes de Cremnitz et de Schemnitz, où l'on trouve encore de temps en temps quelques nouveaux filons : il y en avoit sept en exploitation dans le temps d'Alphonse Barba, qui dit que la plus riche étoit celle de Cremnitz ; elle est d'une grande étendue, et l'on assure qu'on y travaille depuis plus de mille ans ; on l'a fouillée dans plusieurs endroits à plus de cent soixante brasses de profondeur. Il y a aussi des mines d'or en Transilvanie, dans lesquelles on a trouvé de l'or vierge. Rzaczynski parle des mines des monts Krapacks, et entre autres d'une veine fort riche dont l'or est en poudre. En Suède, on a découvert quelques mines d'or; mais le minérai n'a rendu que la trente-deuxième partie d'une once par quintal. Enfin on a aussi reconnu de l'or en Suisse, dans plusieurs endroits de la Valteline, et particulièrement dans la montagne de l'Oro, qui en a tiré son nom. L'on en trouve aussi dans le canton d'Underwald. Plusieurs ri-

vières dans les Alpes en roulent des paillettes; le Rhin dans le pays des Grisons, la Reuss, l'Aar et plusieurs autres, aux cantons de Lucerne, de Soleure, etc. Le Tage et quelques autres fleuves d'Espagne ont été célébrés par les anciens, à cause de l'or qu'ils roulent; et il n'est pas douteux que toutes ces paillettes et grains d'or que l'on trouve dans les eaux qui découlent des Alpes, des Pyrénées et des montagnes intermédiaires, ne proviennent des mines primitives renfermées dans ces montagnes, et que si l'on pouvoit suivre ces courans d'eau chargés d'or jusqu'à leur source, on ne seroit pas éloigné du lieu qui les recèle : mais, je le répète, ces travaux seroient maintenant très-inutiles, et leur produit bien superflu. J'observerai seulement, d'après l'exposition qui vient d'être faite, que les rivières aurifères sont plus souvent situées au couchant qu'au levant des montagnes. La France, qui est à l'ouest des Alpes, a beaucoup plus de cet or de transport que l'Italie et l'Allemagne, qui sont situées à l'est. Nous verrons, par l'examen des autres régions où l'on recueille l'or en paillettes, si cette observation doit être présentée comme un fait général.

La plupart des peuples de l'Asie ont anciennement tiré de l'or du sein de la terre, soit dans les montagnes qui produisent ce métal, soit dans les rivières qui en charient les débris. Il y en a une mine en Turquie, à peu de distance du chemin de Salonique à Constantinople, qui, du temps du voyageur Paul Lucas, étoit en pleine exploitation, et affermée par le grand-seigneur. L'île de *Thassos,* aujourd'hui *Tasso,* dans l'Archipel, étoit célèbre chez les anciens, à cause de ses riches mines d'or : Hérodote en parle, et dit aussi qu'il y avoit beaucoup d'or dans les montagnes de la Thrace, dont l'une s'éboula par la sape des grands travaux qu'on y avoit faits pour en tirer ce métal. Ces mines de l'île de Tasso sont actuellement abandonnées; mais il y en a une dans le milieu de l'île de Chypre, près de la ville de Nicosie, d'où l'on tire encore beaucoup d'or.

Dans la Mingrélie, à six journées de Teflis, il y a des mines d'or et d'argent; on en trouve aussi dans la Perse, auxquelles il paroît qu'on a travaillé anciennement : mais on les a abandonnées comme en Europe, parce que la dépense excédoit le produit; et aujourd'hui tout

l'or et l'argent de Perse vient des pays étrangers.

Les montagnes qui séparent le Mogol de la Tartarie, sont riches en mines d'or et d'argent : les habitans de la Buckarie recueillent ces métaux dans le sable des torrens qui tombent de ces montagnes. Dans le Thibet, au-delà du royaume de Cachemire, il y a trois montagnes, dont l'une produit de l'or, la seconde des grenats, et la troisième du lapis : il y a aussi de l'or au royaume de Tipra et dans plusieurs rivières de la dépendance du Grand-Lama, et la plus grande partie de cet or est transportée à la Chine. On a reconnu des mines d'or et d'argent dans le pays d'Azem, sur les frontières du Mogol. Le royaume de Siam est l'un des pays du monde où l'or paroît être le plus commun; mais nous n'avons aucune notice sur les mines de cette contrée. La partie de l'Asie où l'on trouve le plus d'or est l'île de Sumatra : les habitans d'Achem en recueillent sur le penchant des montagnes, dans les ravines creusées par les eaux; cet or est en petits morceaux, et passe pour être très-pur. D'autres voyageurs disent au contraire que cet or d'Achem est de très-bas aloi,

même plus bas que celui de la Chine; ils ajoutent qu'il se trouve à l'ouest ou sud-ouest de l'île, et que quand les Hollandois vont y chercher le poivre, les paysans leur en apportent une bonne quantité : d'autres mines d'or dans la même île se trouvent aux environs de la ville de Tikon; mais aucun voyageur n'a donné d'aussi bons renseignemens sur ces mines que M. Herman Grimm, qui a fait sur cela, comme sur plusieurs autres sujets d'histoire naturelle, de très-bonnes observations.

L'île de Célèbes ou de Macassar produit aussi de l'or, que l'on tire du sable des rivières. Il en est de même de l'île de Bornéo; et dans les montagnes de l'île de Timor il se trouve de l'or très-pur. Il y a aussi quelques mines d'or et d'argent aux Maldives, à Ceylan, et dans presque toutes les îles de la mer des Indes jusqu'aux îles Philippines, d'où les Espagnols en ont tiré une quantité assez considérable.

Dans la partie méridionale du continent de l'Asie, on trouve, comme dans les îles, de très-riches mines d'or, à Camboie, à la Cochinchine, au Tunquin, à la Chine, où

Plusieurs rivières en charient : mais, selon les voyageurs, cet or de la Chine est d'assez bas aloi ; ils assurent que les Chinois apportent à Manille de l'or qui est très-blanc, très-mou, et qu'il faut allier avec un cinquième de cuivre rouge pour lui donner la couleur et la consistance nécessaires dans les arts. Les îles du Japon et celle de Formose sont peut-être encore plus riches en mines d'or que la Chine. Enfin l'on trouve de l'or jusqu'en Sibérie; en sorte que ce métal, quoique plus abondant dans les contrées méridionales de l'Asie, ne laisse pas de se trouver aussi dans toutes les régions de cette grande partie du monde.

Les terres de l'Afrique sont plus intactes et par conséquent plus riches en or que celles de l'Asie. Les Africains en général, beaucoup moins civilisés que les Asiatiques, se sont rarement donné la peine de fouiller la terre à de grandes profondeurs ; et quelqu'abondantes que soient les mines d'or dans leurs montagnes, ils se sont contentés d'en recueillir les débris dans les vallées adjacentes, qui étoient et même sont encore très-richement pourvues de ce métal. Dès l'année

1442, les Maures, voisins du cap Bajador, offrirent de la poudre d'or aux Portugais, et c'étoit la première fois que les Européens eussent vu de l'or en Afrique. La recherche de ce métal suivit de près ces offres; car en 1461 on fit commerce de l'or *de la Mina* (or de la mine), au cinquième degré de latitude nord, sur cette même côte qu'on a depuis nommée *la côte d'Or*. Il y avoit néanmoins de l'or dans les parties de l'Afrique anciennement connues, et dans celles qui avoient été découvertes long-temps avant le cap Bajador : mais il y a toute apparence que les mines n'en avoient pas été fouillées, ni même reconnues; car le voyageur Roberts est le premier qui ait indiqué des mines d'or dans les îles du cap Verd. La côte d'Or est encore aujourd'hui l'une des parties de l'Afrique qui produit la plus grande quantité de ce métal : la rivière d'Axim en charie des paillettes et des grains qu'elle dépose dans le sable en assez grande quantité pour que les Nègres prennent la peine de plonger et de tirer ce sable du fond de l'eau. On recueille aussi beaucoup d'or par le lavage dans les terres du royaume de Kanon, à l'est et au

nord-est de Galam, où il se trouve presque à la surface du terrain. Il y en a aussi dans le royaume de Tombut, ainsi qu'à Gago et à Zamfara. Il y en a de même dans plusieurs endroits de la Guinée, et dans les terres voisines de la rivière de Gambra, ainsi qu'à la côte des Dents. Il y a aussi un grand nombre de mines d'or dans le royaume de Butna, qui s'étend depuis les montagnes de la Lune jusqu'à la rivière de Maguika, et un plus grand nombre encore dans le royaume de Bambuk.

Tavernier fait mention d'un morceau d'or naturel, ramifié en forme d'arbrisseau, qui seroit le plus beau morceau qu'on ait jamais vu dans ce genre, si son récit n'est pas exagéré. Pyrard dit aussi avoir vu une branche d'or massif et pur, longue d'une coudée, et branchue comme du corail, qui avoit été trouvée dans la rivière de Couesme ou Couama, autrement appelée *rivière noire,* à Sofala. Dans l'Abissinie, la province de Goyame est celle où se trouvent les plus riches mines d'or. On porte ce métal, tel qu'on le tire de la mine, à Gondar, capitale du royaume, et on l'y travaille pour le purifier et le fondre

en lingots. Il se trouve aussi en Éthiopie, près d'Helem, de l'or disséminé dans les premières couches de la terre, et cet or est très-fin. Mais la contrée de l'Afrique la plus riche, ou du moins la plus anciennement célèbre par son or, est celle de Sofala et du Monomotapa. On croit, dit Marmol, que le pays d'Ophir, d'où Salomon tiroit l'or pour orner son temple, est le pays même de Sofala. Cette conjecture seroit un peu mieux fondée en la faisant tomber sur la province du Monomotapa qui porte encore actuellement le nom d'*Ophur* ou *Ofur*. Quoi qu'il en soit, cette abondance d'or à Sofala et dans le pays d'Ofur au Monomotapa ne paroît pas encore avoir diminué, quoiqu'il y ait toute apparence que de temps immémorial la plus grande partie de l'or qui circuloit dans les provinces orientales de l'Afrique, et même en Arabie, venoit de ce pays de Sofala. Les principales mines sont situées dans les montagnes, à cinquante lieues et plus de distance de la ville de Sofala : les eaux qui découlent de ces montagnes entraînent une infinité de paillettes d'or et de grains assez gros. Ce métal est de même très-commun à

Mozambique. Enfin l'île de Madagascar participe aussi aux richesses du continent voisin : seulement il paroît que l'or de cette île est d'assez bas aloi, et qu'il est mêlé de quelques matières qui le rendent blanc et lui donnent de la mollesse et plus de fusibilité.

L'on doit voir assez évidemment, par cette énumération de toutes les terres qui ont produit et produisent encore de l'or, tant en Europe qu'en Asie et en Afrique, combien peu nous étoit nécessaire celui du nouveau monde; il n'a servi qu'à rendre presque nulle la valeur du nôtre ; il n'a même augmenté que pendant un temps assez court la richesse de ceux qui le faisoient extraire pour nous l'apporter. Ces mines ont englouti les nations américaines et dépeuplé l'Europe. Quelle différence pour la Nature et pour l'humanité, si les myriades de malheureux qui ont péri dans ces fouilles profondes des entrailles de la terre, eussent employé leurs bras à la culture de sa surface! ils auroient changé l'aspect brut et sauvage de leurs terres informes en guérets réguliers, en riantes campagnes, aussi fécondes qu'elles étoient stériles et

qu'elles le sont encore : mais les conquérans ont-ils jamais entendu la voix de la sagesse, ni même le cri de la pitié! leurs seules vues sont la déprédation et la destruction; ils se permettent tous les excès du fort contre le foible; la mesure de leur gloire est celle de leurs crimes, et leur triomphe l'opprobre de la vertu. En dépeuplant ce nouveau monde, ils l'ont défiguré et presque anéanti; les victimes sans nombre qu'ils ont immolées à leur cupidité mal entendue, auront toujours des voix qui réclameront à jamais contre leur cruauté : tout l'or qu'on a tiré de l'Amérique pèse peut-être moins que le sang humain qu'on y a répandu.

Comme cette terre étoit de toutes la plus nouvelle, la plus intacte et la plus récemment peuplée, elle brilloit encore, il y a trois siècles, de tout l'or et l'argent que la Nature y avoit versé avec profusion : les naturels n'en avoient ramassé que pour leur commodité, et non par besoin ni par cupidité ; ils en avoient fait des instrumens, des vases, des ornemens, et non pas des monnoies ou des signes de richesse exclusifs : ils en estimoient la valeur par l'usage, et au-

roient préféré notre fer, s'ils eussent eu l'art de l'employer. Quelle dut être leur surprise lorsqu'ils virent des hommes sacrifier la vie de tant d'autres hommes, et quelquefois la leur propre, à la recherche de cet or, que souvent ils dédaignoient de mettre en œuvre! Les Péruviens rachetèrent leur roi, que cependant on ne leur rendit pas; pour plusieurs milliers pesant d'or; les Mexicains en avoient fait à peu près autant, et furent trompés de même; et pour couvrir l'horreur de ces violations, ou plutôt pour étouffer les germes d'une vengeance éternelle, on finit par exterminer presque en entier ces malheureuses nations; car à peine reste-t-il la millième partie des anciens peuples auxquels appartenoient ces terres, sur lesquelles leurs descendans, en très-petit nombre, languissent dans l'esclavage, ou mènent une vie fugitive. Pourquoi donc n'a-t-on pas préféré de partager avec eux ces terres qui faisoient leur domaine? pourquoi ne leur en céderoit-on pas quelque portion aujourd'hui, puisqu'elles sont si vastes et plus d'aux trois quarts incultes, d'autant qu'on n'a plus rien à redouter de leur nombre? Vaines représen-

tations, hélas! en faveur de l'humanité! le philosophe pourra les approuver; mais les hommes puissans daigneront-ils les entendre?

Laissons donc cette morale affligeante, à laquelle je n'ai pu m'empêcher de revenir à la vue du triste spectacle que nous présentent les travaux des mines en Amérique : je n'en dois pas moins indiquer ici les lieux où elles se trouvent, comme je l'ai fait pour les autres parties du monde; et, à commencer par l'île de Saint-Domingue, nous trouverons qu'il y a des mines d'or dans une montagne près de la ville de Sant-Iago-Cavallero, et que les eaux qui en descendent entraînent et déposent de gros grains d'or; qu'il y en a de même dans l'île de Cuba, et dans celle de Sainte-Marie, dont les mines ont été découvertes au commencement du siècle dernier. Les Espagnols ont autrefois employé un grand nombre d'esclaves au travail de ces mines : outre l'or que l'on tiroit du sable, il s'en trouvoit souvent d'assez gros morceaux, comme enchâssés naturellement dans les rochers. L'île de la Trinité a aussi des mines et des rivières qui fournissent de l'or.

Dans le continent, à commencer par l'isthme de Panama, les mines d'or se trouvent en grand nombre; celles du Darien sont les plus riches, et fournissent plus que celles de Veragua et de Panama. Indépendamment du produit des mines en montagnes, les rivières de cet isthme donnent aussi beaucoup d'or en grains, en paillettes et en poudre, ordinairement mêlé d'un sable ferrugineux qu'on en sépare avec l'aimant. Mais c'est au Mexique où l'or s'est trouvé répandu avec le plus de profusion. L'une des mines les plus fameuses est celle de Mezquital, dont nous avons déja parlé. La pierre de cette mine, dit M. Bowles, est un quartz blanc mêlé en moindre quantité avec un quartz couleur de bois ou de corne, qui fait feu contre l'acier : on y voit quelques petites taches vertes, lesquelles ne sont que des crystaux qui ressemblent aux émeraudes en groupes, et dont l'intérieur contient de petits grains d'or. Presque toutes les autres provinces du Mexique ont aussi des mines d'or, ou des mines d'argent plus ou moins mêlé d'or. Selon le même M. Bowles, celle de Mezquital, quoique la meilleure, ne donne au quintal

que trente onces d'argent et vingt-deux grains d'or et demi. Mais il y a apparence qu'il a été mal informé sur la nature et le produit de cette mine; car si elle ne tenoit en effet que vingt-deux grains d'or et demi sur trente onces d'argent par quintal, ce qui ne feroit pas six grains d'or par marc d'argent, on n'en feroit pas le départ à la monnoie de Mexico, puisqu'il est réglé par les ordonnances qu'on ne séparera que l'argent tenant par marc vingt-sept grains d'or et au-dessus, et qu'autrefois il falloit trente grains pour qu'on en fît le départ; ce qui est, comme l'on voit, une très-petite quantité d'or en comparaison de celle de l'argent; et cet argent du Mexique, restant toujours mêlé d'un peu d'or, même après les opérations du départ, est plus estimé que celui du Pérou, sur-tout plus que celui des mines de Sainte-Pécaque, que l'on transporte à Compostelle.

Les relateurs s'accordent à dire que la province de Carthagène fournissoit autrefois beaucoup d'or, et l'on y voit encore des fouilles et des travaux très-anciens; mais ils sont actuellement abandonnés. C'est au Pérou que le travail de ces mines est aujourd'hui en

pleine exploitation. Frézier remarque seulement que les mines d'or sont assez rares dans la partie méridionale de ce royaume, mais que la province de Popayan en est remplie, et que l'ardeur pour les exploiter semble être toujours la même. M. d'Ulloa dit que chaque jour on y découvre de nouvelles mines qu'on s'empresse de mettre en valeur, et nous ne pouvons mieux faire que de rapporter ici ce que ce savant naturaliste péruvien a écrit sur les mines de son pays. « Les *partidos* ou districts de *Celi*, de *Buga*, d'*Almaguer* et de *Barbocoas*, sont, dit-il, les « plus abondans en métal, avec l'avantage « que l'or y est très-pur, et qu'on n'a pas « besoin d'y employer le mercure pour le « séparer des parties étrangères. Les mineurs « appellent *minas de caxa* celles où le minéral est renfermé entre des pierres. Celles de « Popayan ne sont pas dans cet ordre ; car « l'or s'y trouve répandu dans les terres et « les sables...... Dans le bailliage de *Choco*, « outre les mines qui se traitent au lavoir, « il s'en trouve quelques unes où le minérai « est enveloppé d'autres matières métalliques « et de sucs bitumineux dont on ne peut le

« séparer qu'au moyen du mercure. La *pla-*
« *tine* est un autre obstacle qui oblige quel-
« quefois d'abandonner les mines : on donne
« ce nom à une pierre si dure, que, ne pou-
« vant la briser sur une enclume d'acier ni la
« réduire par calcination, on ne peut tirer
« le minérai qu'elle renferme qu'avec un tra-
« vail et des frais extraordinaires. Entre
« toutes ces mines, il y en a plusieurs où l'or
« est mêlé d'un *tombac* aussi fin que celui de
« l'Orient, avec la propriété singulière de ne
« jamais engendrer de verd-de-gris et de
« résister aux acides.

« Dans le bailliage de *Zaruma* au Pérou,
« l'or des mines est de si bas aloi, qu'il n'est
« quelquefois qu'à dix-huit et même à seize
« karats ; mais cette mauvaise qualité est
« réparée par l'abondance.... Le gouverne-
« ment de *Jaën de Bracamoros* a des mines
« de la même espèce, qui rendoient beaucoup
« il y a un siècle. . . . . . Autrefois il y avoit
« quantité de mines d'or ouvertes dans la
« province de Quito, et plus encore de mines
« d'argent..... On a recueilli des grains d'or
« dans les ruisseaux qui tirent leur source de
« la montagne de *Pitchincha*; mais rien ne

« marque qu'on y ait ouvert des mines.....
« Le pays de *Pattactanga*, dans la juridic-
« tion de *Riobamba*, est si rempli de mines,
« qu'en 1743 un habitant de cette ville avoit
« fait enregistrer pour son seul compte dix-
« huit veines d'or et d'argent, toutes riches
« et de bon aloi. L'une de ces mines d'argent
« rendoit quatre-vingts marcs par cinquante
« quintaux de minérai, tandis qu'elles passent
« pour riches quand elles en donnent huit à
« dix marcs.... Il y a aussi des mines d'or et
« d'argent dans les montagnes de la juridic-
« tion de *Cuença*, mais qui rendent peu.
« Les gouvernemens de *Quixos* et de *Macas*
« sont riches en mines; ceux de *Marinas* et
« d'*Atamès* en ont aussi d'une grande va-
« leur..... Les terres arrosées par quelques
« rivières qui tombent dans le Maragnon, et
« par les rivières de *Saint-Iago* et de *Mira*,
« sont remplies de veines d'or. »

Les anciens historiens du nouveau monde, et entre autres le P. Acosta, nous ont laissé quelques renseignemens sur la manière dont la Nature a disposé l'or dans ces riches contrées ; on le trouve sous trois formes différentes : 1°. en grains ou *pépites*, qui sont des

morceaux massifs et sans mélange d'autre métal; 2°. en poudre; 3°. dans des pierres. « J'ai vu, dit cet historien, quelques unes « de ces pépites qui pesoient plusieurs livres. « L'or, dit-il, a par excellence sur les autres « métaux de se trouver pur et sans mélange; « cependant, ajoute-t-il, on trouve quelque-« fois des pépites d'argent tout-à-fait pures: « mais l'or en pépites est rare en comparai-« son de celui qu'on trouve en poudre. L'or « en pierre est une veine d'or infiltrée dans « la pierre, comme je l'ai vu à *Caruma*, « dans le gouvernement des salines...... Les « anciens ont célébré les fleuves qui rou-« loient de l'or; savoir, le Tage en Espagne, « le Pactole en Asie, et le Gange aux Indes « orientales. Il y a de même dans les rivières « des îles de Barlovento, de Cuba, Porto-rico « et Saint-Domingue, de l'or mêlé dans leurs « sables..... Il s'en trouve aussi dans les tor-« rens au Chili, à Quito, et au nouveau « royaume de Grenade. L'or qui a le plus de « réputation est celui de *Caranava* au Pé-« rou, et celui de *Valdivia* au Chili, parce « qu'il est très-pur et de vingt-trois karats et « demi. L'on fait aussi état de l'or de *Vera-*

« *gua*, qui est très-fin : celui de la Chine et « des Philippines qu'on apporte en Amérique « n'est pas à beaucoup près aussi pur. »

Le voyageur Wafer raconte qu'on trouve de même une grande quantité d'or dans les sables de la rivière de *Coquimbo* au Pérou, et que le terrain voisin de la baie où se décharge cette rivière dans la mer, est comme poudré de poussière d'or, *au point*, dit-il, *que quand nous y marchions, nos habits en étoient couverts ; mais cette poudre étoit si menue, que c'eût été un ouvrage infini de vouloir la ramasser.* « La même chose nous « arriva, continue-t-il, dans quelques autres « lieux de cette même côte, où les rivières « amènent de cette poudre avec le sable ; mais « l'or se trouve en paillettes et en grains plus « gros à mesure que l'on remonte ces rivières « aurifères vers leurs sources. »

Au reste, il paroît que les grains d'or que l'on trouve dans les rivières ou dans les terres adjacentes, n'ont pas toujours leur brillant jaune et métallique ; ils sont souvent teints d'autres couleurs, brunes, grises, etc. : par exemple, on tire des ruisseaux du pays d'*Arecaja* de l'or en forme de dragées de plomb,

et qui ressemblent à ce métal par leur couleur grise; on trouve aussi de cet or gris dans les torrens de *Coroyeo* : celui que les eaux roulent dans le pays d'Arecaja, vient probablement des mines de la province de *Carabaja*, qui en est voisine; et c'est l'une des contrées du Pérou qui est la plus abondante en or fin, qu'Alphonse Barba dit être de vingt-trois karats trois grains, ce qui seroit à très-peu près aussi pur que notre or le mieux raffiné.

Les terres du Chili sont presque aussi riches en or que celles du Mexique et du Pérou. On a trouvé à douze lieues vers l'est de la ville de la Conception, des pépites d'or, dont quelques unes étoient du poids de huit ou dix marcs, et de très-haut aloi. On tiroit autrefois beaucoup d'or vers Angol, à dix ou douze lieues plus loin, et l'on pourroit en recueillir en mille autres endroits; car tout cet or est dans une terre qu'il suffit de laver. Frézier, dont nous tirons cette indication, en a donné plusieurs autres, avec un égal discernement, sur les mines des diverses provinces du Chili. On trouve encore de l'or dans les terres qu'arrosent le Maraguon, l'O-

rénoque, etc. ; il y en a aussi dans quelques endroits de la Guiane. Enfin les Portugais ont découvert et fait travailler depuis près d'un siècle les mines du Bresil et du Paraguai, qui se sont trouvées, dit-on, encore plus riches que celles du Mexique et du Pérou. Les mines les plus prochaines de Rio-Janeiro, où l'on apporte ce métal, sont à une assez grande distance de cette ville. M. Cook dit qu'on ne sait pas au juste où elles sont situées, et que les étrangers ne peuvent les visiter, parce qu'il y a une garde continuelle sur les chemins qui conduisent à ces mines : on sait seulement qu'on en tire beaucoup d'or, et que les travaux en sont difficiles et périlleux ; car on achète annuellement, pour le compte du roi, quarante mille Nègres qui ne sont employés qu'à les exploiter.

Selon l'amiral Anson, ce n'est qu'au commencement de ce siècle qu'on a trouvé de l'or au Bresil. On remarqua que les naturels du pays se servoient d'hameçons d'or pour la pêche, et on apprit d'eux qu'ils recueilloient cet or dans les sables et graviers que les pluies et les torrens détachoient des montagnes. « Il

« y a, dit ce voyageur, de l'or disséminé « dans les terres basses, mais qui paye à « peine les frais de la recherche, et les mon- « tagnes offrent des veines d'or engagées dans « les rochers; mais le moyen le plus facile « de se procurer de l'or, c'est de le prendre « dans le limon des torrens qui en charient. « Les esclaves employés à cet ouvrage doivent « fournir à leurs maîtres un huitième d'once « par jour; le surplus est pour eux, et ce « surplus les a souvent mis en état d'acheter « leur liberté. Le roi a droit de quint sur « tout l'or que l'on extrait des mines, ce qui « va à trois cent mille livres sterling par an, « et par conséquent la totalité de l'or extrait « des mines chaque année est d'un million « cinq cent mille livres sterling, sans comp- « ter l'or qu'on exporte en contrebande, « et qui monte peut-être au tiers de cette « somme. »

Nous n'avons aucun autre indice sur ces mines d'or si bien gardées par les ordres du roi de Portugal; quelques voyageurs nous disent seulement qu'au nord du fleuve *Ju-jambi* il y a des montagnes qui s'étendent de trente à quarante lieues de l'est à l'ouest sur

dix à quinze lieues de largeur ; qu'elles renferment plusieurs mines d'or ; qu'on y trouve aussi ce métal en grains et en poudre, et que son aloi est communément de vingt-deux karats : ils ajoutent qu'on y rencontre quelquefois des grains ou pépites qui pèsent deux ou trois onces.

Il résulte de ces indications, qu'en Amérique comme en Afrique, et par-tout ailleurs où la terre n'a pas encore été épuisée par les recherches de l'homme, l'or le plus pur se trouve, pour ainsi dire, à la surface du terrain, en poudre, en paillettes ou en grains, et quelquefois en pépites, qui ne sont que des grains plus gros et souvent aussi purs que des lingots fondus ; ces pépites et ces grains, ainsi que les paillettes et les poudres, ne sont que les débris plus ou moins brisés et atténués par le frottement de plus gros morceaux d'or arrachés par les torrens et détachés des veines métalliques de première formation : ils sont descendus en roulant du haut des montagnes dans les vallées. Le quartz et les autres gangues de l'or, entraînés en même temps par le mouvement des eaux, se sont brisés, et ont, par leur frotte-

ment, divisé, comminué ces morceaux de métal, qui dès lors se sont trouvés isolés, et se sont arrondis en grains ou atténués en paillettes par la continuité du frottement dans l'eau ; et enfin ces mêmes paillettes encore plus divisées ont formé les poudres plus ou moins fines de ce métal. On voit aussi des agrégats assez grossiers de parcelles d'or qui paroissent s'être réunies par la stillation et l'intermède de l'eau, et qui sont plus ou moins mélangées de sables ou de matières terreuses rassemblées et déposées dans quelque cavité, où ces parcelles métalliques n'ont que peu d'adhésion avec la terre et le sable dont elles sont mélangées ; mais toutes ces petites masses d'or, ainsi que les grains, les paillettes et les poudres de ce métal, tirent également leur origine des mines primordiales, et leur pureté dépend en partie de la grande division que ces grains métalliques ont subie en s'exfoliant et se comminuant par les frottemens qu'ils n'ont cessé d'essuyer depuis leur séparation de la mine jusqu'aux lieux où ils ont été entraînés : car cet or arraché de ses mines et roulé dans le sable des torrens a été choqué et divisé par

tous les corps durs qui se sont rencontrés sur sa route; et plus ces particules d'or auront été atténuées, plus elles auront acquis de pureté en se séparant de tout alliage par cette division mécanique, qui, dans l'or, va, pour ainsi dire, à l'infini : il est d'autant plus pur qu'il est plus divisé ; et cette différence se remarque en comparant ce métal en paillettes ou en poudre avec l'or des mines ; car il n'est qu'à vingt-deux karats dans les meilleures mines en montagnes, souvent à dix-neuf ou vingt, et quelquefois à seize et même à quatorze, tandis que communément l'or en paillettes est à vingt-trois karats, et rarement au-dessous de vingt. Comme ce métal est toujours plus ou moins allié d'argent dans ses mines primordiales, et quelquefois d'argent mêlé d'autres matières métalliques, la très-grande division qu'il éprouve par les frottemens, lorsqu'il est détaché de sa mine, le sépare de ces alliages naturels, et le rend d'autant plus pur qu'il est réduit en atomes plus petits; en sorte qu'au lieu du bas aloi que l'or avoit dans sa mine, il prend un plus haut titre à mesure qu'il s'en éloigne, et cela par la séparation, et, pour ainsi dire,

par le départ mécanique de toute matière étrangère.

Il y a donc double avantage à ne recueillir l'or qu'au pied des montagnes et dans les eaux courantes qui en ont entraîné les parties détachées des mines primitives : ces parties détachées peuvent former par leur accumulation des mines secondaires en quelques endroits. L'extraction du métal, qui, dans ces sortes de mines, ne sera mêlé que de sable ou de terre, sera bien plus facile que dans les mines primordiales, où l'or se trouve toujours engagé dans le quartz et le roc le plus dur. D'autre côté, l'or de ces mines de seconde formation sera toujours plus pur que le premier ; et vu la quantité de ce métal dont nous sommes actuellement surchargés, on devroit au moins se borner à ne ramasser que cet or déja purifié par la Nature, et réduit en poudre, en paillettes ou en grains, et seulement dans les lieux où le produit de ce travail seroit évidemment au-dessus de sa dépense.

DE L'ARGENT.

Nous avons dit que, dans la nature primitive, l'argent et l'or n'ont fait généralement qu'une masse commune, toujours composée de l'un et l'autre de ces métaux, qui même ne se sont jamais complètement séparés, mais seulement atténués, divisés par les agens extérieurs, et réduits en atomes si petits, que l'or s'est trouvé d'un côté, et a laissé de l'autre la plus grande partie de l'argent; mais, malgré cette séparation d'autant plus naturelle qu'elle est plus mécanique, nulle part on a trouvé de l'or exempt d'argent, ni d'argent qui ne contînt un peu d'or. Pour la Nature, ces deux métaux sont du même ordre, et elle les a doués de plusieurs attributs communs; car, quoique leur densité soit très-différente *, leurs autres

* « Un pied cube d'argent pèse 720 livres; un pied « cube d'or, 1348 livres. Le premier ne perd dans « l'eau qu'un onzième de son poids, et l'autre entre

propriétés essentielles sont les mêmes : ils sont également inaltérables, et presque

« un dix-neuvième et un vingtième ». (*Dictionnaire de chimie*, articles de l'*or* et de l'*argent*.) J'observerai que ces proportions ne sont pas exactes ; car en supposant que l'or perde un dix-neuvième et demi de son poids, et que l'argent ne perde qu'un onzième, si le pied cube d'or pèse 1348 livres, le pied cube d'argent doit peser 760 livres seize trentièmes. M. de Bomare, dans son *Dictionnaire d'histoire naturelle*, dit que le pouce cube d'argent pèse 6 onces 5 gros 26 grains, ce qui ne feroit qu'un peu plus de 718 livres le pied cube, tandis que dans sa *Minéralogie*, tome II, page 210, il dit que le pied cube d'argent pèse 11523 onces, ce qui fait 720 livres 3 onces pour le pied cube. Les estimations données par M. Brisson sont plus justes : le pied cube d'or à 24 karats, fondu et non battu, pèse, selon lui, 1348 livres 1 once 41 grains, et le pied cube d'or à 24 karats, fondu et battu, pèse 1355 livres 5 onces 60 grains ; le pied cube d'argent à 12 deniers, fondu et non battu, pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains, et le pied cube du même argent à 12 deniers, c'est-à-dire, aussi pur qu'il est possible, pèse, lorsqu'il est forgé ou battu, 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

indestructibles ; l'un et l'autre peuvent subir l'action de tous les élémens sans en être altérés; tous deux se fondent et se subliment à peu près au même degré de feu[1]; ils n'y perdent guère plus l'un que l'autre[2]; ils résistent à toute sa violence, sans se convertir en chaux[3]; tous deux ont aussi plus de ductilité que tous les autres métaux ; seulement l'argent, plus foible en densité et moins compacte que l'or, ne peut prendre

[1] On est assuré de cette sublimation de l'or et de l'argent, non seulement par mes expériences au miroir ardent, mais aussi par la quantité que l'on en recueille dans les suies des fourneaux d'affinage des monnoies.

[2] Kunckel ayant tenu de l'or et de l'argent pendant quelques semaines en fusion, assure que l'or n'avoit rien perdu de son poids; mais il avoue que l'argent avoit perdu quelques grains. Il a mal-à-propos oublié de dire sur quelle quantité.

[3] L'argent tenu au foyer d'un miroir ardent se couvre, comme l'or, d'une pellicule vitreuse; mais M. Macquer, qui a fait cette expérience, avoue qu'on n'est pas encore assuré si cette vitrification provient des métaux ou de la poussière de l'air. (*Dictionnaire de chimie*, article *argent*.)

autant d'extension *; et de même, quoiqu'il ne soit pas susceptible d'une véritable rouille par les impressions de l'air et de l'eau, il oppose moins de résistance à l'action des acides, et n'exige pas, comme l'or, la réunion de deux puissances actives pour entrer en dissolution; le foie de soufre le noircit et le rend aigre et cassant: l'argent peut donc être attaqué dans le sein de la terre plus fortement et bien plus fréquemment que

* « Un fil d'argent d'un dixième de pouce de « diamètre ne soutient, avant de rompre, qu'un « poids de 270 livres, au lieu qu'un pareil fil d'or « soutient 500 livres........ On peut réduire un grain « d'argent en une lame de trois aunes, c'est-à-dire « de 126 pouces de longueur *sur 2 pouces* de lar- « geur, ce qui fait une étendue de 252 pouces quar- « rés, et dès lors avec une once d'argent, c'est-à- « dire 576 grains, on pourroit couvrir un espace « de 504 pieds quarrés. » (*Expériences de Musschenbroek.*)

Il y a certainement ici une faute d'impression qui tombe sur les mots *deux pouces de largeur:* ce fil d'argent n'avoit en effet que 2 lignes, et non pas 2 pouces, et par conséquent 26 pouces quarrés d'étendue, au lieu de 126; d'après quoi l'on voit que

l'or, et c'est par cette raison que l'on trouve assez communément de l'argent minéralisé, tandis qu'il est extrêmement rare de trouver l'or dans cet état d'altération ou de minéralisation.

L'argent, quoiqu'un peu plus fusible que l'or, est cependant un peu plus dur et plus sonore: le blanc éclatant de sa surface se ternit et même se noircit, dès qu'elle est exposée aux vapeurs des matières inflam-

576 grains ou 1 once d'argent ne peuvent en effet s'étendre que sur 104 et non pas sur 504 pieds quarrés, et c'est encore beaucoup plus que la densité de ce métal ne paroît l'indiquer, puisqu'une once d'or ne s'étend que sur 106 pieds quarrés: dès lors, en prenant ces deux faits pour vrais, la ductilité de l'argent est presque aussi grande que celle de l'or, quoique sa densité et sa ténacité soient beaucoup moindres. Il y a aussi toute apparence qu'Alphonse Barba se trompe beaucoup, en disant que l'or est cinq fois plus ductile que l'argent: il assure qu'une once d'argent s'étend en un fil de 2400 aunes de longueur; que cette longueur peut être couverte par 6 grains et demi d'or, et qu'on peut dilater l'or au point qu'une once de ce métal couvrira plus de dix arpens de terre.

mables, telles que celles du soufre, du charbon, et à la fumée des substances animales; si même il subit long-temps l'impression de ces vapeurs sulfureuses, il se minéralise, et devient semblable à la mine que l'on connoît sous le nom d'*argent vitré*.

Les trois propriétés communes à l'or et à l'argent, qu'on a toujours regardés comme les seuls métaux parfaits, sont la ductilité, la fixité au feu, et l'inaltérabilité à l'air et dans l'eau. Par toutes les autres qualités l'argent diffère de l'or, et peut souffrir des changemens et des altérations auxquels ce premier métal n'est pas sujet. On trouve, à la vérité, de l'argent qui, comme l'or, n'est point minéralisé, mais c'est proportionnellement en bien moindre quantité; car, dans ses mines primordiales, l'argent, toujours allié d'un peu d'or, est très-souvent mélangé d'autres matières métalliques, et particulièrement de plomb et de cuivre : on regarde même comme des mines d'argent toutes celles de plomb ou de cuivre qui contiennent une certaine quantité de ce métal; et dans les mines secondaires produites par la stillation et le dépôt des eaux, l'argent se trouve

souvent attaqué par les sels de la terre, et se présente dans l'état de minéralisation sous différentes formes ; on peut voir par les listes des nomenclateurs en minéralogie, et particulièrement par celle que donne Wallerius, combien ces formes sont variées, puisqu'il en compte dix sortes principales, et quarante-neuf variétés dans ces dix sortes : je dois cependant observer qu'ici, comme dans tout autre travail des nomenclateurs, il y a toujours beaucoup plus de noms que de choses.

Dans la plupart des mines secondaires, l'argent se présente en forme de minérai pyriteux, c'est-à-dire, mêlé et pénétré des principes de soufre, ou bien altéré par le foie de soufre, et quelquefois par l'arsenic *.

* « La mine d'argent rouge est minéralisée par « l'arsenic et le soufre ; elle est d'un rouge plus ou « moins vif, tantôt transparente comme un rubis, « tantôt opaque et plus ou moins obscure : elle est « crystallisée de plusieurs manières ; la plus ordi- « naire est en prismes hexaèdres, terminés par des « pyramides obtuses ». (*Lettres de M. Demeste*, tome II, page 437.)

J'observerai que c'est à cette mine qu'il faut

L'acide nitreux dissout l'argent plus puissamment qu'aucun autre; l'acide vitriolique le précipite de cette dissolution, et forme avec lui de très-petits crystaux qu'on pourroit appeler du *vitriol d'argent;* l'acide marin, qui le dissout aussi, en fait des crystaux plus gros, dont la masse réunie par la fusion se nomme *argent corné,* parce qu'il est à demi transparent comme de la corne.

La Nature a produit, en quelques endroits, de l'argent sous cette forme; on en trouve en Hongrie, en Bohème et en Saxe, où il y a des mines qui offrent à la fois l'argent natif, l'argent rouge, l'argent vitré, et l'argent corné. Lorsque cette dernière mine n'est point altérée, elle est demi-transparente et d'un gris jaunâtre; mais si elle a été attaquée par des vapeurs sulfureuses, ou par le

rapporter la seconde variété que M. Demeste a rapportée à la mine d'argent vitreux, puisqu'il dit lui-même que ce n'est qu'une modification de la mine d'argent rouge, et que cette mine vitreuse contient encore un peu d'arsenic; qu'elle s'égrène sous le couteau, loin de s'y couper. Voyez *idem*, page 436.

foie de soufre, elle devient opaque et d'une couleur brune. L'argent minéralisé par l'acide marin se coupe presque aussi facilement que de la cire : dans cet état il est très-fusible; une partie se volatilise à un certain degré de feu, ainsi que l'argent corné fait artificiellement, et l'autre partie qui ne s'est point volatilisée se revivifie très-promptement.

Le soufre dissout l'argent par la fusion, et le réduit en une masse de couleur grise; et cette masse ressemble beaucoup à la mine d'argent vitré, qui, comme celle de l'argent corné, est moins dure que ce métal, et peut se couper au couteau. L'or ne subit aucun de ces changemens : on ne doit donc pas être étonné qu'on le trouve si rarement sous une forme minéralisée, et qu'au contraire dans toutes les mines de seconde formation, où les eaux et les sels de la terre ont exercé leur action, l'argent se présente dans différens états de minéralisation et sous des formes plus ou moins altérées; il doit même être souvent mêlé de plusieurs matières étrangères métalliques ou terreuses, tandis que dans son état primordial il n'est allié qu'avec l'or, ou

mêlé de cuivre et de plomb. Ces trois métaux sont ceux avec lesquels l'argent paroît avoir le plus d'affinité; ce sont du moins ceux avec lesquels il se trouve plus souvent uni dans son état de minérai. Il est bien plus rare de trouver l'argent uni avec le mercure, quoiqu'il ait aussi avec ce fluide métallique une affinité très-marquée.

Suivant M. Geller, qui a fait un grand travail sur l'alliage des métaux et des demi-métaux, celui de l'or avec l'argent n'augmente que très-peu en pesanteur spécifique; il n'y a donc que peu ou point de pénétration entre ces deux métaux fondus ensemble: mais dans l'alliage de l'argent avec le cuivre, qu'on peut faire de même en toute proportion, le composé de ces deux métaux devient spécifiquement plus pesant, tandis que l'alliage du cuivre avec l'or l'est sensiblement moins. Ainsi, dans l'alliage de l'argent et du cuivre, le volume diminue et la masse se resserre, au lieu que le volume augmente par l'extension de la masse dans celui de l'or et du cuivre. Au reste, le mélange du cuivre rend également l'argent et l'or plus sonores et plus durs, sans diminuer de beaucoup leur

ductilité ; on prétend même qu'il peut la leur conserver, lorsqu'on ne le mêle qu'en petite quantité, et qu'il defend ces métaux contre les vapeurs du charbon, qui, selon nos chimistes, en attaquent et diminuent la qualité ductile : cependant, comme nous l'avons déja remarqué à l'article de l'or, on ne s'apperçoit guère de cette diminution de ductilité causée par la vapeur du charbon; car il est d'usage, dans les monnoies, lorsque les creusets de fer, qui contiennent jusqu'à deux mille cinq cents marcs d'argent, sont presque pleins de la matière en fusion, il est, dis-je, d'usage d'enlever les couvercles de ces creusets pour achever de les remplir de charbon, et d'entretenir la chaleur par de nouveau charbon dont le métal est toujours recouvert, sans que l'on remarque aucune diminution de ductilité dans les lames qui résultent de cette fonte.

L'argent allié avec le plomb ainsi qu'avec l'étain, devient spécifiquement plus pesant; mais l'étain enlève à l'argent comme a l'or sa ductilité : le plomb entraîne l'argent dans la fusion, et le sépare du cuivre; il a donc plus d'affinité avec l'argent qu'avec le cuivre.

M. Geller, et la plupart des chimistes après lui, ont dit que le fer s'allioit aussi très-bien à l'argent. Ce fait m'ayant paru douteux, j'ai prié M. de Morveau de le vérifier : il s'est assuré, par l'expérience, qu'il ne se fait aucune union intime, aucun alliage entre le fer et l'argent; et j'ai vu moi-même, en voulant faire de l'acier damassé, que ces deux métaux ne peuvent contracter aucune union.

On sait que tous les métaux imparfaits peuvent se calciner et se convertir en une sorte de chaux, en les tenant long-temps en fusion, et les agitant de manière que toutes leurs parties fondues se présentent successivement à l'air; on sait de plus que tous augmentent de volume et de poids en prenant cet état de chaux. Nous avons dit et répété* que cette augmentation de quantité provenoit uniquement des particules d'air fixées par le feu, et réunies à la substance du métal qu'elles ne font que masquer, puisqu'on peut toujours lui rendre son premier état en

* Voyez le Discours qui sert d'introduction à l'histoire des minéraux.

présentant à cet air fixé quelques matières inflammables avec lesquelles il ait plus d'affinité qu'avec le métal : dans la combustion, cette matière inflammable dégage l'air fixé, l'enlève, et laisse par conséquent le métal sous sa première forme. Tous les métaux imparfaits et les demi-métaux peuvent ainsi se convertir en chaux : mais l'or et l'argent se sont toujours refusés à cette espèce de conversion, parce qu'apparemment ils ont moins d'affinité que les autres avec l'air, et que, malgré la fusion qui tient leurs parties divisées, ces mêmes parties ont néanmoins entre elles encore trop d'adhérence pour que l'air puisse les séparer et s'y incorporer; et cette résistance de l'or et de l'argent à toute action de l'air donne le moyen de purifier ces deux métaux par la seule force du feu; car il ne faut, pour les dépouiller de toute autre matière, qu'en agiter la fonte, afin de présenter à sa surface toutes les parties des autres matières qui y sont contenues, et qui bientôt, par leur calcination ou leur combustion, laisseront l'or ou l'argent seuls en fusion et sous leur forme métallique. Cette manière de purifier l'or et l'argent étoit

anciennement en usage : mais on a trouvé une façon plus expéditive en employant le plomb, qui, dans la fonte de ces métaux, détruit, ou plutôt sépare et réduit en scories toutes les autres matières métalliques * dont ils peuvent être mêlés; et le plomb lui-même se scorifiant avec les autres métaux dont il s'est saisi, il les sépare de l'or et de l'argent, les entraîne, ou plutôt les emporte et s'élève avec eux à la surface de la fonte, où ils se calcinent et se scorifient tous ensemble par le contact de l'air, à mesure qu'on remue la matière en fusion, et qu'on en découvre successivement la surface, qui ne se scorifieroit ni ne se calcineroit, si elle n'étoit incessamment exposée à l'action de l'air libre : il faut donc enlever ou faire écouler ces scories à mesure qu'elles se forment; ce qui se fait aisément, parce qu'elles surnagent et surmontent toujours l'or et l'argent en

* Il n'y a que le fer qui, comme nous l'avons dit à l'article de l'or, ne se sépare pas en entier par le moyen du plomb ; il faut, suivant M. Pœrner, y ajouter du bismuth pour achever de scorifier le fer.

fusion. Cependant on a encore trouvé une manière plus facile de se débarrasser de ces scories, en se servant de vaisseaux plats et évasés qu'on appelle *coupelles*, et qui, étant faits d'une matière sèche, poreuse et résistante au feu, absorbe dans ses pores les scories, tant du plomb que des autres minéraux métalliques, à mesure qu'elles se forment; en sorte que les coupelles ne retiennent et ne conservent dans leur capacité extérieure que le métal d'or ou d'argent, qui, par la forte attraction de leurs parties constituantes, se forme et se présente toujours en une masse globuleuse appelée *bouton de fin*. Il faut une plus forte chaleur pour tenir cé métal fin en fusion que lorsqu'il étoit encore mêlé de plomb; car le bouton de fin se consolide presque subitement au moment que l'or ou l'argent qu'il contient, sont entièrement purifiés : on le voit donc tout-à-coup briller de l'éclat métallique; et ce coup de lumière s'appelle *coruscation* dans l'art de l'affineur, dont nous abrégeons ici les procédés, comme ne tenant pas directement ici à notre objet.

On a regardé comme argent natif tout celui qu'on trouve dans le sein de la terre sous sa

forme de métal; mais dans ce sens il faut en distinguer de deux sortes, comme nous l'avons fait pour l'or : la première sorte d'argent natif est celle qui provient de la fusion par le feu primitif, et qui se trouve quelquefois en grands morceaux, mais bien plus souvent en filets ou en petites masses feuilletées et ramifiées dans le quartz et autres matières vitreuses; la seconde sorte d'argent natif est en grains, en paillettes ou en poudre, c'est-à-dire, en débris qui proviennent de ces mines primordiales, et qui ont été détachés par les agens extérieurs, et entraînés au loin par le mouvement des eaux. Ce sont ces mêmes débris rassemblés qui, dans certains lieux, ont formé des mines secondaires d'argent, où souvent il a changé de forme en se minéralisant.

L'argent de première formation est ordinairement incrusté dans le quartz; souvent il est accompagné d'autres métaux et de matières étrangères en quantité si considérable, que les premières fontes, même avec le secours du plomb, ne suffisent pas pour le purifier.

Après les mines d'argent natif, les plus

riches sont celles d'argent corné et d'argent vitré : ces mines sont brunes, noirâtres ou grises ; elles sont flexibles, et même celle d'argent corné est extensible sous le marteau, à peu près comme le plomb : les mines d'argent rouge, au contraire, ne sont pas extensibles, mais cassantes ; ces dernières mines sont, comme les premières, fort riches en métal.

Nous allons suivre le même ordre que dans l'article de l'or, pour l'indication des lieux où se trouvent les principales mines d'où l'on tire l'argent. En France, on connoissoit assez anciennement celles des montagnes des Vosges, ouvertes dès le dixième siècle, et d'autres dans plusieurs provinces, comme en Languedoc, en Gévaudan et en Rouergue, dans le Maine et dans l'Angoumois; et nouvellement on en a trouvé en Dauphiné qui ont présenté d'abord d'assez grandes richesses; M. de Gensanne en a reconnu quelques autres dans le Languedoc : mais le produit de la plupart de ces mines ne paieroit pas la dépense de leur travail; et dans un pays comme la France, où l'on peut employer les hommes à des travaux vraiment utiles, on feroit un

bien réel en défendant ceux de la fouille des mines d'or et d'argent, qui ne peuvent produire qu'une richesse fictive et toujours décroissante.

En Espagne, la mine de *Guadalcanal* dans la *Sierra Morena,* ou montagne noire, est l'une des plus fameuses ; elle a été travaillée dès le temps des Romains, ensuite abandonnée, puis reprise et abandonnée de nouveau, et enfin encore attaquée dans ces derniers temps. On assure qu'autrefois elle a fourni de très-grandes richesses, et qu'elle n'est pas à beaucoup près épuisée : cependant les dernières tentatives n'ont point eu de succès, et peut-être sera-t-on forcé de renoncer aux espérances que donnoit son ancienne et grande célébrité. « Les sommets des « montagnes autour de Guadalcanal, dit « M. Bowles, sont tous arrondis, et par-tout « à peu près de la même hauteur; les pierres « en sont fort dures, et ressemblent au grès « de Turquie (*cos Turcica*)....... Il y a deux « filons du levant au couchant, qui se rendent « à la grande veine dont la direction est du « nord au sud; on peut la suivre de l'œil dans « un espace de plus de deux cents pas à la

« superficie. A une lieue et demie au couchant « de Guadalcanal, il y a une autre mine dans « un roc élevé : la veine est renversée, c'est-« à-dire qu'elle est plus riche à la superficie « qu'au fond ; elle peut avoir seize pieds « d'épaisseur, et elle est, comme les précé-« dentes, composée de quartz et de spath. A « deux lieues au levant de la même ville, il « y a une autre mine dont la veine est élevée « de deux pieds hors de terre, et qui n'a que « deux pieds d'épaisseur. Au reste, ces mines, « qui se présentent avec de si belles appa-« rences, sont ordinairement trompeuses : « elles donnent d'abord de l'argent ; mais en « descendant plus bas, on ne trouve plus que « du plomb ». Ce naturaliste parle aussi d'une mine d'argent sans plomb, située au midi et à quelques lieues de distance de *Zalamea*. Il y a une mine d'argent dans la montagne qui est au nord de *Lograso*, et plusieurs autres dans les Pyrénées, qui ont été travaillées par les anciens, et qui maintenant sont abandonnées*. Il y en a aussi dans les Alpes

* L'avarice a été souvent trompée par le succès des exploitations faites par les Phéniciens, les Car-

et en plusieurs endroits de la Suisse. MM. Scheuchzer, Cappeler et Guettard, en ont fait mention ; et ce sont sans doute ces hautes montagnes des Pyrénées et des Alpes qui renferment les mines primordiales d'or et d'argent, dont on trouve les débris en paillettes dans les eaux qui en découlent. Toutes les mines de seconde formation sont dans les lieux inférieurs au pied de ces montagnes,

thaginois et les Romains. Les premiers, au rapport de Diodore de Sicile, trouvèrent tant d'or et d'argent dans les Pyrénées, qu'ils en mirent aux ancres de leurs vaisseaux; on tiroit en trois jours un talent euboïque en argent, ce qui montoit à huit cents ducats. Enflammés par ce récit, des particuliers ont tenté des recherches dans la partie septentrionale des Pyrénées; ils semblent avoir ignoré que le côté méridional a toujours été regardé comme le plus riche en métaux. Tite-Live parle de l'or et de l'argent que les mines de *Huesca* fournissoient aux Romains. Les monts qui s'alongent vers le nord jusqu'à Pampelune sont fameux, suivant Alphonse Barba, par la quantité d'argent qu'on en a tirée; ils s'étendent aussi vers l'Èbre, dont la richesse est vantée par Aristote et par Claudien.

et dans les collines formées originairement par le mouvement et le dépôt des eaux du vieil Océan.

Les mines d'argent qui nous sont les mieux connues en Europe, sont celles de l'Allemagne; il y en a plusieurs que l'on exploite depuis très-long-temps, et l'on en découvre assez fréquemment de nouvelles. M. de Justi, savant minéralogiste, dit en avoir trouvé six en 1751, dont deux sont fort riches, et sont situées sur les frontières de la Stirie. Selon lui, ces mines sont mêlées de substances calcaires en grande quantité, et cependant il assure qu'elles ne perdent rien de leur poids lorsqu'elles sont grillées par le feu, et qu'il ne s'en élève pas la moindre fumée ou vapeur pendant la calcination. Ces assertions sont difficiles à concilier; car il est certain que toute substance calcaire perd beaucoup de son poids lorsqu'elle est calcinée, et que par conséquent cette mine d'Annaberg, dont parle M. de Justi, doit perdre en poids à proportion de ce qu'elle contient de substance calcaire. Ce savant minéralogiste assure qu'il existe un très-grand nombre de mines d'argent minéralisé par l'alcali : mais cette opi-

nion doit être interprétée; car l'alcali seul ne pourroit opérer cet effet, tandis que le foie de soufre, c'est-à-dire, les principes du soufre réunis à l'alcali peuvent le produire; et comme M. de Justi ne parle pas du foie de soufre, mais de l'alcali simple, ses expériences ne me paroissent pas concluantes; car l'alcali minéral seul n'a aucune action sur l'argent en masse; et nous pouvons très-bien entendre la formation de la mine blanche de Schemnitz par l'intermède du foie de soufre. La Nature ne paroît donc pas avoir fait cette opération de la manière dont le prétend M. de Justi; car quoiqu'il n'ait point reconnu de soufre dans cette mine, le foie de soufre, qui est, pour ainsi dire, répandu par-tout, doit y exister, comme il existe non seulement dans les matières terreuses, mais dans les substances calcaires, et autres matières qui accompagnent les mines de seconde formation.

En Bohême, les principales mines d'argent sont celles de Saint-Joachim; les filons en sont assez minces, et la matière en est très-dure, mais elle est abondante en métal : les mines de Kuttenberg sont mêlées d'argent

et de cuivre; elles ne sont pas si riches que celles de Saint-Joachim. On peut voir dans les ouvrages des minéralogistes allemands la description des mines de plusieurs autres provinces, et notamment de celles de Transilvanie, de la Hesse et de Hongrie. Celles de Schemnitz contiennent depuis deux jusqu'à cinq gros d'argent, et depuis cinq jusqu'à sept *deniers* d'or par marc, non compris une once et un gros de cuivre qu'on peut en tirer aussi.

Mais il n'y a peut-être pas une mine en Europe où l'on ait fait d'aussi grands travaux que dans celle de Salsberg en Suède, si la description qu'en donne Regnard n'est point exagérée : il la décrit comme une ville souterraine, dans laquelle il y a des maisons, des écuries et de vastes emplacemens.

« En Pologne, dit M. Guettard, les forêts « de Leibitz sont riches en veines de métaux, « indiquées par les travaux qu'on y a faits « anciennement. Il y a au pied de ces mon- « tagnes une mine d'argent découverte du « temps de Charles XII. »

Le Danemarck, la Norvége, et presque toutes les contrées du Nord, ont aussi des

mines d'argent, dont quelques unes sont fort riches; et nous avons au Cabinet de sa majesté de très-beaux morceaux de mine d'argent, que le roi de Danemarck actuellement régnant a eu la bonté de nous envoyer. Il s'en trouve aussi aux îles de Féroé et en Islande.

Dans les parties septentrionales de l'Asie, les mines d'argent ne sont peut-être pas plus rares ni moins riches que dans celles du nord de l'Europe. On a nouvellement publié à Pétersbourg un tableau des mines de Sibérie, par lequel il paroît qu'en cinquante-huit années on a tiré d'une seule mine d'argent douze cent seize mille livres de ce métal, qui tenoit environ une quatre-vingtième partie d'or. Il y a aussi une autre mine dont l'exploitation n'a commencé qu'en 1748, et qui, depuis cette époque jusqu'en 1771, a donné quatre cent mille livres d'argent, dont on a tiré douze mille sept cents livres d'or. MM. Gmelin et Muller font mention, dans leurs voyages, des mines d'argent qu'ils ont vues a Argunsk, à quelque distance de la rivière Argum. Ils disent qu'elles sont dans une terre molle, et à une

petite profondeur; que la plupart se trouvent situées dans des plaines environnées de montagnes, et qu'on rencontre ordinairement au-dessus du minérai d'argent une espèce de chaux de plomb, composée de plus de plomb que d'argent.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent à la Chine, sur-tout dans les provinces de Junnan et de Sechuen : on en trouve de même à la Cochinchine, et celles du Japon paroissent être les plus abondantes de toutes. On connoît aussi quelques mines d'argent dans l'intérieur du continent de l'Asie. Chardin dit qu'il n'y a pas beaucoup de vraies mines d'argent en Perse, mais beaucoup de mines de plomb qui contiennent de l'argent : il ajoute que celle de Renan, à quatre lieues d'Ispahan, et celles de Kirman et de Mazanderan, n'ont été négligées qu'à cause de la disette du bois, qui, dans toute la Perse, rend trop dispendieux le travail des mines.

Nous ne connoissons guère les mines d'argent de l'Afrique : les voyageurs, qui se sont fort étendus sur les mines d'or de cette partie du monde, paroissent avoir négligé de faire mention de celles d'argent; ils nous disent

seulement qu'on en trouve au cap Verd, au Congo, au Bambuk, et jusque dans le pays des Hottentots.

Mais c'est en Amérique où nous trouverons un très-grand nombre de mines d'argent, plus étendues, plus abondantes, et travaillées plus en grand qu'en aucune autre partie du monde. La plus fameuse de toutes est celle de Potosi au Pérou. « Le minérai, dit M. « Bowles, en est noir, et formé dans la même « sorte de pierre que celle de Freyberg en « Saxe ». Ce naturaliste ajoute « que la mine « appelée *Rosicle*, dans le Pérou, est de la « même nature que celles de Rothgulden-erz « et d'Andreasberg dans le Hartz, et de Sainte-« Marie-aux-mines dans les Vosges. »

Les mines de Potosi furent découvertes en 1545, et l'on n'a pas cessé d'y travailler depuis ce temps, quoiqu'il y ait quantité d'autres mines dans cette même contrée du Pérou. Frézier assure que de son temps les mines d'argent les plus riches étoient celles d'Oriero, à quatre-vingts lieues d'Arica; et il dit qu'en 1712 on en découvrit une auprès de Cusco, qui d'abord a donné près de vingt pour cent de métal, mais qui a depuis beaucoup dimi-

nué, ainsi que celle de Potosi. Du temps d'Acosta, c'est-à-dire, au commencement de l'autre siècle, cette mine de Potosi étoit, sans comparaison, la plus riche de toutes celles du Pérou : elle est située presque au sommet des montagnes dans la province de Charcas, et il y fait très-froid en toute saison. Le sol de la montagne est sec et stérile; elle est en forme de cône, et surpasse en hauteur toutes les montagnes voisines; elle peut avoir une lieue de circonférence à la base, et son sommet est arrondi et convexe. Sa hauteur au-dessus des autres montagnes qui lui servent de base, est d'environ un quart de lieue. Au-dessous de cette plus haute montagne il y en a une plus petite, où l'on trouvoit de l'argent en morceaux épars; mais, dans la première, la mine est dans une pierre extrêmement dure : on a creusé de deux cents *stades*, ou hauteur d'homme, dans cette montagne, sans qu'on ait été incommodé des eaux; mais ces mines étoient bien plus riches dans les parties supérieures, et elles se sont appauvries, au lieu de s'anoblir, en descendant. Parmi les autres mines d'argent du Pérou, celle de Turco, dans le corrégiment de

Cavanga, est très-remarquable, parce que le métal forme un tissu avec la pierre très-apparent à l'œil. D'autres mines d'argent dans cette même contrée ne sont ni dans la pierre ni dans les montagnes, mais dans le sable, où il suffit de faire une fouille pour trouver des morceaux de ce métal, sans autre mélange qu'un peu de sable qui s'y est attaché.

Frézier, voyageur très-intelligent, a donné une assez bonne description de la manière dont on procède au Pérou pour exploiter ces mines et en extraire le métal. On commence par concasser le minerai, c'est-à-dire, les pierres qui contiennent le métal; on les broie ensuite dans un moulin fait exprès; on crible cette poudre, et l'on remet sous la meule les gros grains de minérai qui restent sur le crible; et lorsque le minérai se trouve mêlé de certains minéraux trop durs qui l'empêchent de se pulvériser, on le fait calciner pour le piler de nouveau; on le moud avec de l'eau, et on recueille dans un réservoir cette boue liquide, qu'on laisse sécher; et pendant qu'elle est encore molle, on en fait des *caxons*, c'est-à-dire, de grandes

tables d'un pied d'épaisseur et de vingt-cinq quintaux de pesanteur; on jette sur chacune deux cents livres de sel marin, qu'on laisse s'incorporer pendant deux ou trois jours avec la terre; ensuite on l'arrose de mercure, qu'on fait tomber par petites gouttes; il en faut une quantité d'autant plus grande que le minérai est plus riche, dix, quinze et quelquefois vingt livres pour chaque table. Ce mercure ramasse toutes les particules de l'argent. On pétrit chaque table huit fois par jour, pour que le mercure les pénètre en entier, et afin d'échauffer le mélange; car un peu de chaleur est nécessaire pour que le mercure se saisisse de l'argent, et c'est ce qui fait qu'on est quelquefois obligé d'ajouter de la chaux pour augmenter la chaleur de cette mixtion : mais il ne faut user de ce secours qu'avec grande précaution; car si la chaux produit trop de chaleur, le mercure se volatilise, et emporte avec lui une partie de l'argent. Dans les montagnes froides, comme à Lipès et à Potosi, on est quelquefois obligé de pétrir le minerai pendant deux mois de suite, au lieu qu'il ne faut que huit ou dix jours dans les contrées plus tempérées : on

est même forcé de se servir de fourneaux pour échauffer le mélange et presser l'amalgame du mercure, dans ces contrées où le froid est trop grand ou trop constant.

Pour reconnoître si le mercure a fait tout son effet, on prend une petite portion de la grande table ou caxon, on la délaye et lave dans un bassin de bois ; la couleur du mercure qui reste au fond indique son effet : s'il est noirâtre, on juge que le mélange est trop chaud, et on ajoute du sel au caxon pour le refroidir ; mais si le mercure est blanchâtre ou blanc, on peut présumer que l'amalgame est fait en entier : alors on transporte la matière du caxon dans des lavoirs où tombe une eau courante ; on la lave jusqu'à ce qu'il ne reste que le métal sur le fond des lavoirs, qui sont garnis de cuir. Cet amalgame d'argent et de mercure, que l'on nomme *pella*, doit être mis dans des chausses de laine pour laisser égoutter le mercure ; on serre ces chausses, et on les presse même avec des pièces de bois pour l'en faire sortir autant qu'il est possible ; après quoi, comme il reste encore beaucoup de mercure mêlé à l'argent, on verse cet amalgame dans un moule de bois

en forme de pyramide tronquée à huit pans, et dont le fond est une plaque de cuivre percée de plusieurs petits trous. On foule et presse cette matière *pella* dans ces moules pour en faire des masses qu'on appelle *pignes*. On lève ensuite le moule, et l'on met la pigne avec sa base de cuivre sur un grand vase de terre rempli d'eau, et sous un chapiteau de même terre, sur lequel on fait un feu de charbon, qui fait sortir en vapeur le mercure contenu dans la pigne ; cette vapeur tombe dans l'eau, et y reprend la forme de mercure coulant : après cela, la pigne n'est plus qu'une masse poreuse, friable, et composée de grains d'argent contigus, qu'on porte à la monnoie pour la fondre.

Frézier ajoute à cette description dont je viens de donner l'extrait, quelques autres faits intéressans sur la différence des mines ou minérais d'argent : celui qui est blanc et gris, mêlé de taches rousses ou bleuâtres, est le plus commun dans les minières de Lipès; on y distingue à l'œil simple des grains d'argent, quelquefois disposés dans la pierre en forme de petites palmes. Mais il y a d'autres minérais où l'argent ne paroît point, entre

autres un minérai noir, dans lequel on n'apperçoit l'argent qu'en raclant ou entamant sa surface : ce minérai, qui a si peu d'apparence, et qui souvent est mêlé de plomb, ne laisse pas d'être souvent plus riche et coûte moins à travailler que le minérai blanc ; car, comme il contient du plomb qui enlève à la fonte toutes les impuretés, l'on n'est pas obligé d'en faire l'amalgame avec le mercure. C'étoit de ces minières d'argent noir que les anciens Péruviens tiroient leur argent. Il y a d'autres minérais d'argent de couleurs différentes : un qui est noir, mais devient rouge en le mouillant ou le grattant avec du fer ; il est riche, et l'argent qu'on en tire est d'un haut aloi : un autre brille comme du talc, mais il donne peu de métal : un autre, qui n'en contient guère plus, est d'un rouge jaunâtre ; on le tire aisément de sa mine en petits morceaux friables et mous : il y a aussi du minérai verd qui n'est guère plus dur, et qui paroît être mêlé de cuivre. Enfin on trouve de l'argent pur en plusieurs endroits ; mais ce n'est que dans la seule mine de Cotamito, assez voisine de celle de Potosi, où l'on voit des fils d'argent pur, entortillés comme ceux du galon brûlé.

Il en est donc de l'argent comme de l'or et du fer : leurs mines primordiales sont toutes dans le roc vitreux, et ces métaux y sont incorporés en plus ou moins grande quantité, dès le temps de leur première fusion ou sublimation par le feu primitif, et les mines secondaires, qui se trouvent dans les matières calcaires ou schisteuses, tirent évidemment leur origine des premières. Ces mines de seconde et de troisième formation, qu'on a quelquefois vues s'augmenter sensiblement par l'addition du minérai charié par les eaux, ont fait croire que les métaux se produisoient de nouveau dans le sein de la terre, tandis que ce n'est au contraire que de leur décomposition et de la réunion de leurs détrimens que toutes ces mines nouvelles ont pu et peuvent encore être formées ; et sans nous éloigner de nos mines d'argent du Pérou, il s'en trouve de cette espèce au pied des montagnes et dans les excavations des mines même abandonnées depuis long-temps.

Les mines d'argent du Mexique ne sont guère moins fameuses que celles du Pérou. M. Bowles dit que dans celle appelée *Valla-*

dora, le minérai le plus riche donnoit cinquante livres d'argent par quintal, le moyen vingt-cinq livres, et le plus pauvre huit livres, et que souvent on trouvoit dans cette mine des morceaux d'argent vierge. On estime même que tout l'argent qui se tire du canton de Sainte-Pécaque est plus fin que celui du Pérou. Suivant Gemelli Carreri, la mine de Santa-Cruz avoit, en 1697, plus de sept cents pieds de profondeur, celle de Navaro plus de six cents; et l'on peut compter, dit-il, plus de mille ouvertures de mines dans un espace de six lieues autour de Santa-Cruz. Celles de la Trinité ont été fouillées jusqu'à huit cents pieds de profondeur : les gens du pays assurèrent à ce voyageur qu'en dix ou onze années, depuis 1687 jusqu'en 1697, on en avoit tiré quarante millions de marcs d'argent. Il cite aussi la mine de Saint-Matthieu, qui n'est qu'à peu de distance de la Trinité, et qui, n'ayant été ouverte qu'en 1689, étoit fouillée à quatre cents pieds en 1697 : il dit que les pierres métalliques en sont de la plus grande dureté, qu'il faut d'abord les *pétarder* et les briser à coups de marteau ; que l'on distingue et sépare les

morceaux qu'on peut faire fondre tout de suite, de ceux qu'on doit auparavant amalgamer avec le mercure. On broie ces pierres métalliques, propres à la fonte, dans un mortier de fer; et après avoir séparé par des lavages la poudre de pierre autant qu'il est possible, on mêle le minérai avec une certaine quantité de plomb, et on les fait fondre ensemble; on enlève les scories avec un croc de fer, tandis que par le bas on laisse couler l'argent en lingots, que l'on porte dans un autre fourneau pour les refondre et achever d'en séparer le plomb. Chaque lingot d'argent est d'environ quatre-vingts ou cent marcs; et s'ils ne se trouvent pas au titre prescrit, on les fait refondre une seconde fois avec le plomb pour les affiner. On fait aussi l'essai de la quantité d'or que chaque lingot d'argent peut contenir, et on l'indique par une marque particulière; s'il s'y trouve plus de quarante grains d'or par marc d'argent, on en fait le départ; et pour les autres parties du minérai que l'on veut traiter par l'amalgame, après les avoir réduites en poudre très-fine, on y mêle le mercure, et l'on procède comme nous l'avons dit en par-

lant du traitement des mines de Potosi. Le mercure qu'on y emploie vient d'Espagne ou du Pérou : il en faut un quintal pour séparer mille marcs d'argent. Tout le produit des mines du Mexique et de la nouvelle Espagne doit être porté à Mexico ; et l'on assure qu'à la fin du dernier siècle ce produit étoit de deux millions de marcs par an, sans compter ce qui passoit par des voies indirectes.

Il y a aussi plusieurs mines d'argent au Chili, sur-tout dans le voisinage de Coquimbo, et au Bresil, à quelque distance dans les terres voisines de la baie de Tous-les-Saints ; l'on en trouve encore dans plusieurs autres endroits du continent de l'Amérique, et même dans les îles. Les anciens voyageurs citent en particulier celle de Saint-Domingue ; mais la culture et le produit du sucre et des autres denrées de consommation que l'on tire de cette île, sont des trésors bien plus réels que ceux de ses mines.

Après avoir ci-devant exposé les principales propriétés de l'argent, et avoir ensuite parcouru les différentes contrées où ce métal se trouve en plus grande quantité, il ne nous reste plus qu'à faire mention des principaux

faits et des observations particulières que les physiciens et les chimistes ont recueillis en travaillant l'argent et en le soumettant à un nombre infini d'épreuves. Je commencerai par un fait que j'ai reconnu le premier. On étoit dans l'opinion que ni l'or ni l'argent mis au feu, et même tenus en fusion, ne perdoient rien de leur substance; cependant il est certain que tous deux se réduisent en vapeurs et se subliment au feu du soleil à un degré de chaleur même assez foible. Je l'ai observé lorsqu'en 1747 j'ai fait usage du miroir que j'avois inventé pour brûler à de grandes distances; j'exposai à quarante, cinquante et jusqu'à soixante pieds de distance, des plaques et des assiettes d'argent: je les ai vues fumer long-temps avant de se fondre, et cette fumée étoit assez épaisse pour faire une ombre très-sensible qui se marquoit sur le terrain. On s'est depuis pleinement convaincu que cette fumée étoit vraiment une vapeur métallique; elle s'attachoit aux corps qu'on lui présentoit, et en argentoit la surface; et puisque cette sublimation se fait à une chaleur médiocre par le feu du soleil, il y a toute raison de croire

qu'elle se fait aussi et en bien plus grande quantité par la forte chaleur du feu de nos fourneaux, lorsque non seulement on y fond ce métal, mais qu'on le tient en fusion pendant un mois, comme l'a fait Kunckel. J'ai déja dit que je doutois beaucoup de l'exactitude de son expérience, et je suis persuadé que l'argent perd par le feu une quantité sensible de sa substance, et qu'il en perd d'autant plus que le feu est plus violent et appliqué plus long-temps.

L'argent offre dans ses dissolutions différens phénomènes dont il est bon de faire ici mention. Lorsqu'il est dissous par l'acide nitreux, on observe que si l'argent est à peu près pur, la couleur de cette dissolution, qui d'abord est un peu verdâtre, devient ensuite très-blanche, et que quand il est mêlé d'une petite quantité de cuivre, elle est constamment verte.

Les dissolutions des métaux sont en général plus corrosives que l'acide même dans lequel ils ont été dissous : mais celle de l'argent par l'acide nitreux l'est au plus haut degré ; car elle produit des crystaux si caustiques, qu'on a donné à leur masse réunie

par la fusion le nom de *pierre infernale.* Pour obtenir ces crystaux, il faut que l'argent et l'acide nitreux aient été employés purs. Ces crystaux se forment dans la dissolution par le seul refroidissement ; ils n'ont que peu de consistance, et sont blancs et applatis en forme de paillettes : ils se fondent très-aisément au feu, et long-temps avant d'y rougir ; et c'est cette masse fondue et de couleur noirâtre qui est la pierre infernale.

Il y a plusieurs moyens de retirer l'argent de sa dissolution dans l'acide nitreux ; la seule action du feu, long-temps continuée, suffit pour enlever cet acide : on peut aussi précipiter le métal par les autres acides, vitriolique ou marin, par les alcalis et par les métaux qui, comme le cuivre, ont plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux.

L'argent, tant qu'il est dans l'état de métal, n'a point d'affinité avec l'acide marin : mais, dès qu'il est dissous, il se combine aisément et même fortement avec cet acide ; car la mine d'argent corné paroît être formée par l'action de l'acide marin. Cette mine se fond très-aisément, et même se volatilise à un feu violent.

L'acide vitriolique attaque l'argent en masse au moyen de la chaleur; il le dissout même complètement; et en faisant distiller cette dissolution, l'acide passe dans le récipient, et forme un sel qu'on peut appeler *vitriol d'argent.*

Les acides animaux et végétaux, comme l'acide des fourmis ou celui du vinaigre, n'attaquent point l'argent dans son état de métal; mais ils dissolvent très-bien ses *précipités.*

Les alcalis n'ont aucune action sur l'argent, ni même sur ses précipités; mais lorsqu'ils sont unis aux principes du soufre, comme dans le foie de soufre, ils agissent puissamment sur la substance de ce métal, qu'ils noircissent et rendent aigre et cassant.

Le soufre, qui facilite la fusion de l'argent, doit par conséquent en altérer la substance; cependant il ne l'attaque pas comme celle du fer et du cuivre, qu'il transforme en pyrite. L'argent fondu avec le soufre peut en être séparé dans un instant par l'addition du nitre, qui, après la détonation, laisse l'argent sans perte sensible ni diminution de poids; le nitre réduit au contraire le fer et le cuivre

en chaux, parce qu'il a une action directe sur ces métaux, et qu'il n'en a point sur l'argent.

La surface de l'argent ne se convertit point en rouille par l'impression des élémens humides ; mais elle est sujette à se ternir, se noircir et se colorer : on peut même lui donner l'apparence et la couleur de l'or en l'exposant à certaines fumigations, dont on a eu raison de proscrire l'usage pour éviter la fraude.

On emploie utilement l'argent battu en feuilles minces pour en couvrir les autres métaux, tels que le cuivre et le fer ; il suffit pour cela de bien nettoyer la surface de ces métaux et de les faire chauffer : les feuilles d'argent qu'on y applique s'y attachent et y adhèrent fortement. Mais comme les métaux ne s'unissent qu'aux métaux, et qu'ils n'adhèrent à aucune autre substance, il faut, lorsqu'on veut argenter le bois ou toute autre matière qui n'est pas métallique, se servir d'une colle faite de gomme ou d'huile, dont on enduit le bois par plusieurs couches qu'on laisse sécher avant d'appliquer la feuille d'argent sur la dernière : l'argent n'est en effet

que collé sur l'enduit du bois, et ne lui e
uni que par cet intermède, dont on pe
toujours le séparer sans le secours de la f
sion, et en faisant seulement brûler la col
à laquelle il étoit attaché.

Quoique le mercure s'attache prompt
ment et assez fortement à la surface de l'a
gent, il n'en pénètre pas la masse à l'int
rieur; il faut le triturer avec ce métal po
en faire l'amalgame.

Il nous reste encore à dire un mot du f
meux arbre de Diane, dont les charlata
ont si fort abusé en faisant croire qu'ils avoie
le secret de donner à l'or et à l'argent la fa
culté de croître et de végéter comme les plante
néanmoins cet arbre métallique n'est qu'u
assemblage ou accumulation des crystau
produits par le travail de l'acide nitreux s
l'amalgame du mercure et de l'argent. C
crystaux se groupent successivement les u
sur les autres; et s'accumulant par superp
sition, ils représentent grossièrement la figu
extérieure d'une végétation.

Fin du tome douzième.

TABLE

Des articles contenus dans ce volume.

Histoire naturelle des minéraux.

DE L'IMPRIMERIE DE PLASSAN.